

Sociedad Española de Médicos Generales y de Familia

Ecografía Musculoesquelética

Atlas ilustrado

P. Barceló • I. Iriarte



WWW


 **SEMG**
Sociedad Española de Médicos
Generales y de Familia

EDITORIAL MEDICA
panamericana

Sociedad Española de **Médicos Generales** y de **Familia**

ECOGRAFÍA MUSCULOESQUELÉTICA

Atlas ilustrado

Sociedad Española de **Médicos Generales** y de **Familia**

ECOGRAFÍA MUSCULOESQUELÉTICA

Atlas ilustrado

COORDINADORES

Pablo Barceló Galíndez

Médico especialista en Medicina del Trabajo
Director Médico de Bridgestone Hispania, S.A., Bilbao
Servicio de Ecografía Mutualia, Clínica Ercilla, Bilbao

Íñigo Iriarte Posse

Médico especialista en Rehabilitación y Medicina Física
Director del Centro de Rehabilitación ARS Médica, Bilbao
Profesor de Ecografía de la Sociedad Española de Rehabilitación y Medicina Física



BUENOS AIRES - BOGOTÁ - CARACAS - MADRID - MÉXICO - PORTO ALEGRE
www.medicapanamericana.com

1.ª edición (versión impresa)
España, mayo 2015

Los editores han hecho todos los esfuerzos para localizar a los poseedores del copyright del material fuente utilizado. Si inadvertidamente hubieran omitido alguno, con gusto harán los arreglos necesarios en la primera oportunidad que se les presente para tal fin.

Gracias por comprar el original. Este libro es producto del esfuerzo de profesionales como usted, o de sus profesores, si usted es estudiante. Tenga en cuenta que copiarlo es una falta de respeto hacia ellos y un robo de sus derechos intelectuales.

Las ciencias de la salud están en permanente cambio. A medida que las nuevas investigaciones y la experiencia clínica amplían nuestro conocimiento, se requieren modificaciones en las modalidades terapéuticas y en los tratamientos farmacológicos. Los autores de esta obra han verificado toda la información con fuentes confiables para asegurarse de que ésta sea completa y acorde con los estándares aceptados en el momento de la publicación. Sin embargo, en vista de la posibilidad de un error humano o de cambios en las ciencias de la salud, ni los autores, ni la editorial o cualquier otra persona implicada en la preparación o la publicación de este trabajo, garantizan que la totalidad de la información aquí contenida sea exacta o completa y no se responsabilizan por errores u omisiones o por los resultados obtenidos del uso de esta información. Se aconseja a los lectores confirmarla con otras fuentes. Por ejemplo, y en particular, se recomienda a los lectores revisar el prospecto de cada fármaco que planean administrar para cerciorarse de que la información contenida en este libro sea correcta y que no se hayan producido cambios en las dosis sugeridas o en las contraindicaciones para su administración. Esta recomendación cobra especial importancia con relación a fármacos nuevos o de uso infrecuente.



Visite nuestra página web:
<http://www.medicapanamericana.com>

ARGENTINA

Marcelo T. de Alvear 2.145 (C 1122 AAG)
Ciudad Autónoma de Buenos Aires, Argentina
Tel.: (54-11) 4821-2066 / Fax: (54-11) 4821-1214
e-mail: info@medicapanamericana.com

COLOMBIA

Carrera 7a A N° 69-19 - Bogotá DC - Colombia
Tel.: (57-1) 235-4068 / Fax: (57-1) 345-0019
e-mail: infomp@medicapanamericana.com

ESPAÑA

Quintanapalla, 8, 4.ª planta - 28050 Madrid, España
Tel.: (34-91) 131-78-00 / Fax: (34-91) 457-09-19
e-mail: info@medicapanamericana.es

MÉXICO

Hegel 141, 2.º piso. Colonia Polanco V Sección
Delegación Miguel Hidalgo - 11570 - México D.F., México
Tel.: (52-55) 5262-9470/5203-0176 / Fax: (52-55) 2624-2827
e-mail: infomp@medicapanamericana.com.mx

VENEZUELA

Edificio Polar, Torre Oeste, Piso 6, Of. 6-C
Plaza Venezuela, Urbanización Los Caobos, Parroquia El Recreo,
Municipio Libertador - Caracas Depto. Capital - Venezuela
Tel.: (58-212) 793-2857/6906/5985/1666
Fax: (58-212) 793-5885
e-mail: info@medicapanamericana.com.ve

ISBN: 978-84-9835-959-6 (versión electrónica)
ISBN: 978-84-9835-936-7 (versión impresa)



Todos los derechos reservados. Este libro o cualquiera de sus partes no podrán ser reproducidos ni archivados en sistemas recuperables, ni transmitidos en ninguna forma o por ningún medio, ya sean mecánicos, electrónicos, fotocopiadoras, grabaciones o cualquier otro, sin el permiso previo de Editorial Médica Panamericana, S. A.

© Los dibujos anatómicos han sido realizados íntegramente por Íñigo Iriarte Posse.
© SEMG: Sociedad Española de Médicos Generales y de Familia.
© 2015, EDITORIAL MÉDICA PANAMERICANA, S. A.
Quintanapalla, 8, 4.ª planta - 28050 Madrid

La versión electrónica de esta 1.ª edición se publicó en mayo de 2015

Índice de autores

Balius Matas, Ramón

Doctor en Medicina por la Universidad Autónoma de Barcelona. Especialista en Medicina del Deporte. Consell Català de l'Esport, Generalitat de Catalunya. Clínica Diagonal, Barcelona. Clínica Internacional de Medicina del Tenis, Barcelona.

Barceló Galíndez, Pablo

Médico especialista en Medicina del Trabajo. Director Médico de Bridgestone Hispania, S.A. Jefe del Servicio de Salud Laboral Bridgestone, Bilbao. Servicio de Ecografía Mutuaia, Clínica Ercilla, Bilbao.

De la Fuente Ortiz de Zárate, Javier

Médico especialista en Traumatología y Ortopedia. Director Asistencial Territorial de Mutuaia en Guipuzkoa. Jefe del Servicio de Traumatología de la Clínica Pakea de Mutuaia, Servicio de Ecografía Mutuaia, Clínica Pakea, San Sebastián.

Iriarte Posse, Íñigo

Médico especialista en Rehabilitación y Medicina Física. Director del Centro

de Rehabilitación ARS Médica, Bilbao. Profesor de Ecografía de la Sociedad Española de Rehabilitación y Medicina Física (SERMEF).

Martínez Ruiz, Ana Isabel

Médico especialista en Medicina Familiar y Comunitaria, Centro de Salud Cotoiño II, Castro-Urdiales, Santander. Igualatorio Médico Quirúrgico, Portugalete.

Pedret Carballido, Carles

Médico especialista en Medicina del Deporte, Clínica Mapfre de Medicina del Tenis. Ecografista de la Real Federación Española de Tenis. Centre de Diagnosi per la Imatge, Tarragona. Ecografista en Clínica Diagonal, Barcelona.

Permanyer Barrier, Jordi

Médico especialista en Medicina Familiar y Comunitaria. Diplomado Universitario en Ecografía por la Universidad de Nimes-Montpellier. Ecografista en Clínica Diagonal, Barcelona. Ecografista en el Centro Médico Les Moreres, Barcelona.

Prólogo

A veces se considera que la parte básica de cualquier disciplina es la menos importante. Sin embargo, en el aprendizaje, la enseñanza de los principios es la esencia del conocimiento futuro. Se necesitan un gran conocimiento y experiencia para simplificar y, cuanto más complejo es el tema, más dominio hace falta para hacer comprensibles a otros aquello que a uno le ha llevado mucho tiempo y trabajo asimilar.

Por eso es un placer para mí presentar este libro de ecografía musculoesquelética básica. No sólo por estar escrito por unos cuantos buenos amigos, sino porque creo que es una excelente herramienta para todos aquellos que deseen introducirse en un campo complejo pero apasionante.

Los autores tienen no sólo experiencia, sino entusiasmo por esta técnica, que es una de las exploraciones de primera elec-

ción en las patologías musculotendinosas y que compite perfectamente en este campo, con frecuencia con ventaja, con otras técnicas más costosas, como la resonancia magnética.

El interés por la ecografía musculoesquelética ha ido creciendo progresivamente en los últimos años, de la mano de una notable mejora en el rendimiento de los equipos y de la introducción de las técnicas intervencionistas guiadas por ecografía. Este libro, pequeño pero grande en sus objetivos, es una excelente herramienta para adentrarse en esta disciplina.

José Luis Del Cura Rodríguez

Médico especialista en Radiodiagnóstico

Hospital de Basurto, Bilbao

*Presidente de la Sociedad Española
de Radiodiagnóstico*

Prefacio

Este libro nació, inicialmente, con la intención de realizar un manual de ecoanatomía musculoesquelética básico, manejable y práctico. A medida que fue tomando forma, nos dimos cuenta de que, para darle mayor utilidad, era necesario profundizar, abarcando de forma sencilla y clara las partes más básicas, pero sin dejar de lado otros aspectos, algo más complejos, pero presentes de una manera habitual en la práctica cotidiana de la ecografía. Queremos agradecer a la Sociedad Española de Médicos Generales y de Familia (SEMG) la confianza que ha depositado en nosotros al encargarnos la realización, así como su paciencia con los retrasos que se han sucedido a medida que la obra adquiría mayor volumen.

El libro está estructurado de manera sencilla. Los dos capítulos iniciales son de generalidades de la ecografía; los 9 siguientes abarcan las diferentes regiones anatómicas, de proximal a distal, comenzando por el miembro superior y luego el inferior, y el último capítulo realiza una introducción a los diferentes tipos de lesiones que se pueden ver dentro del campo musculoesquelético.

La ecografía se entiende mejor en movimiento, razón por la cual existe un espacio Web donde consultar vídeos que complementan los capítulos.

No se puede entender la ecografía sin unos conceptos claros de la anatomía. Tras realizar una larga búsqueda, no encontramos imágenes anatómicas disponibles que se ajustaran exactamente al contenido; fue entonces cuando se tomó la decisión de crearlas desde cero, para resaltar aquellas estructuras que estén siendo objeto de estudio. En este sentido, esta obra es artesanal: las fotografías, imáge-

nes e ilustraciones están íntegramente realizadas por nosotros. El software de edición de imágenes y de imagen 3D, cada vez más potente e intuitivo, ha sido de gran ayuda. El tiempo y el esfuerzo invertidos esperamos que redunden en una mejor comprensión de la obra.

El desarrollo que han experimentado los ecógrafos en la última década ha sido espectacular. Las distintas mejoras técnicas y la aparición de las sondas de alta frecuencia han permitido aumentar la resolución de las imágenes, llegando a poder distinguir nervios, vasos y otras estructuras con diámetros inferiores a un milímetro. Se abre ante nosotros un campo inmenso en el diagnóstico de la patología musculoesquelética, pero también en el tratamiento. Existe un desarrollo exponencial en las publicaciones científicas médicas de técnicas ecoguiadas, con una mejoría contrastada en los resultados y una disminución en las complicaciones; y, sin embargo, sólo estamos en los inicios.

Queremos agradecer particularmente a Gerardo Izquierdo, de la casa Toshiba, el préstamo de manera desinteresada de uno de sus magníficos ecógrafos, con el que se ha realizado una gran parte de las imágenes. Martxel Itxaso, de Esaote, y Felipe Fresneda, de Sonosite, son también amigos que nos han prestado su ayuda en multitud de ocasiones, siempre con una sonrisa.

Tenemos la suerte de contar con un maravilloso grupo de profesores y amigos, como Ramón Balius, Jordi Permanyer, Carles Pedret, Javier De la Fuente y Ana Martínez, entre otros, sabios de la ecografía que han participado de manera desinteresada en este libro, a pesar de la carga de trabajo que

sobrellevan en el día a día; sin ellos, este libro no habría sido posible.

También estamos agradecidos a nuestro modelo y amigo Carlos Plaza, que acumula diversos premios de fitness y musculación (campeón Norte de España y Castilla y León 2007 *Classic Bodybuilder*, campeón de *Fitness Euskadi* 2007 y 2008, entre otros). Gracias a su musculatura pueden apreciarse mejor los relieves, factor que ayuda al entendimiento de la anatomía regional.

No podemos olvidarnos de nuestras familias, que han tenido paciencia, cariño y comprensión, aguantando con una sonrisa nuestra ausencia durante todas las horas de trabajo dedicadas.

Esperamos que el lector disfrute del libro. Si conseguimos ayudarle y fomentar de alguna manera la pasión que nosotros sentimos por la ecografía, nuestro objetivo se habrá cumplido.

Pablo Barceló e Íñigo Iriarte

ICONOGRAFÍA

Se presentan, a lo largo de los capítulos, diferentes textos destacados con iconos cuyo significado es el siguiente:



Atención



Truco



Error

Índice de contenidos

Prólogo.....	VII
Prefacio.....	IX
Capítulo 1. Principios físicos de la ecografía.....	1
<i>I. Iriarte Posse</i>	
Capítulo 2. Generalidades de la ecografía del aparato locomotor.....	15
<i>I. Iriarte Posse</i>	
Capítulo 3. Ecoanatomía y sistemática exploratoria del hombro.....	25
<i>J. Permanyer Barrier, J. de la Fuente Ortiz de Zárate e I. Iriarte Posse</i>	
Capítulo 4. Ecoanatomía y sistemática exploratoria del brazo.....	41
<i>P. Barceló Galíndez e I. Iriarte Posse</i>	
Capítulo 5. Ecoanatomía y sistemática exploratoria del codo.....	49
<i>P. Barceló Galíndez e I. Iriarte Posse</i>	
Capítulo 6. Ecoanatomía y sistemática exploratoria del antebrazo.....	65
<i>P. Barceló Galíndez</i>	
Capítulo 7. Ecoanatomía y sistemática exploratoria de carpo y mano.....	75
<i>A. Martínez Ruiz y P. Barceló Galíndez</i>	
Capítulo 8. Ecoanatomía y sistemática exploratoria de cadera y muslo.....	91
<i>I. Iriarte Posse y R. Balius Matas</i>	
Capítulo 9. Ecoanatomía y sistemática exploratoria de la rodilla.....	109
<i>I. Iriarte Posse</i>	
Capítulo 10. Ecoanatomía y sistemática exploratoria de la pierna.....	133
<i>R. Balius Matas y C. Pedret Carballido</i>	
Capítulo 11. Ecoanatomía y sistemática exploratoria de tobillo y pie.....	145
<i>J. Permanyer Barrier, I. Iriarte Posse y P. Barceló Galíndez</i>	
Capítulo 12. Introducción a la patología musculoesquelética.....	169
<i>P. Barceló Galíndez, R. Balius Matas y C. Pedret Carballido</i>	
Bibliografía.....	183
Índice analítico.....	185

■ ■ BASES FÍSICAS

El sonido es un tipo de onda mecánica longitudinal que precisa un medio de soporte para poder propagarse (no se propaga en el vacío). Las ondas poseen unas propiedades que las definen. Entre las más importantes se encuentran la amplitud, la longitud de onda y la frecuencia (Fig. 1-1).

La **amplitud** es la altura de la onda, y se mide en decibelios (dB).

La **longitud de onda** es la distancia en la que tiene lugar un ciclo completo. Ondas sónicas de longitudes de onda más cortas producen imágenes de mayor resolución.

La **frecuencia** es el número de oscilaciones de la onda por segundo. Se mide en hercios (Hz).

No todas las ondas sonoras pueden ser percibidas por el oído humano; sólo aquellas cuya frecuencia se encuentra entre 20 y 20.000 Hz (o 20 KHz) son capaces de estimular nuestros receptores acústicos.

El ultrasonido es una onda acústica con una frecuencia mayor de 20 KHz y, por lo tanto, imperceptible para el ser humano.

Para poder emitir ultrasonidos de manera controlada, son necesarios ciertos cristales que poseen el llamado **efecto piezoeléctrico**. Éste consiste en que, al aplicar una compresión a estos materiales, generan una diferencia de potencial eléctrico en su superficie. De manera inversa, al aplicarles una diferencia de potencial (corriente alterna), los cristales vibran y provocan una onda ultrasónica, que se puede dirigir y propagar a través de un medio.

El fundamento de la ecografía es la transformación en imágenes de las variaciones que sufre el haz ultrasónico al ir atravesando medios de diferente impedancia acústica (la impedancia acústica de un tejido es la resistencia que éste ofrece al paso de un sonido). Cuando la energía ultrasónica atraviesa los tejidos del cuerpo, parte de su energía inicial se va perdiendo a medida que progresa. Sonidos de frecuencias más elevadas sufren una mayor atenuación y, por lo tanto, penetran menos. Esta atenuación se debe, fundamentalmente, a los siguientes fenómenos: absorción, reflexión refracción y dispersión (Fig. 1-2).

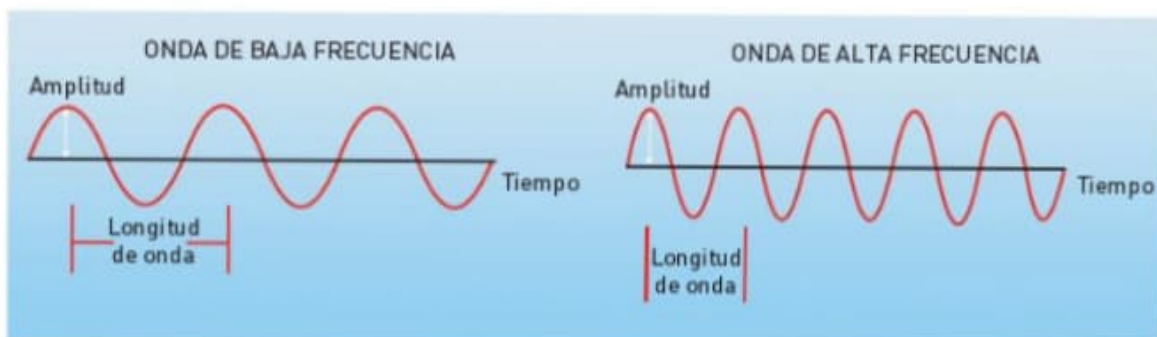


Figura 1-1. Propiedades fundamentales de las ondas. Ejemplos de ondas de baja y alta frecuencia.



La atenuación del ultrasonido a su paso por los tejidos es la causa principal del deterioro de la imagen en profundidad. Los fabricantes de ecógrafos han implementado diversas mejoras técnicas, pero, en la actualidad, sigue siendo muy difícil la valoración detallada de estas zonas.

Absorción: es uno de los principales mecanismos que provocan la atenuación de la onda sónica. Una parte de la energía de las ondas ultrasónicas se transforma en calor, debido a la fricción de las moléculas del tejido atravesado (Fig. 1-2). La absorción es directamente proporcional a la frecuencia utilizada y al tipo específico de tejido atravesado, siendo mínima en el agua (0,002 Db/cm) y elevada en el hueso (20 Db/cm).

Reflexión: Cuando una onda acústica pasa de un medio a otro contiguo de diferente impedancia acústica, se producen habitualmente dos nuevas ondas. Una rebota retornando hacia la fuente productora, produciendo un eco (Fig. 1-2): esto se conoce como reflexión. Cuanto mayor sea la diferencia de impedancias, mayor será el eco.

Refracción: La otra onda resultante atraviesa el siguiente medio y experimenta un cambio en su velocidad de propagación. Este cambio de velocidad da lugar a una variación en la dirección de la onda (Fig. 1-2), experi-

mentando, por lo tanto, una desviación de un cierto ángulo respecto al de incidencia. Este fenómeno es conocido como refracción.

Dispersión: fenómeno que ocurre cuando el sonido, ante determinados obstáculos o aperturas, en lugar de seguir la propagación en la dirección normal, se dispersa.

■ ■ TERMINOLOGÍA

Velocidad de propagación: es lo rápido que se desplaza el sonido en un determinado medio, y es dependiente del medio en cuestión. Aunque varía de un tejido a otro, se considera que la velocidad media de propagación del sonido por el cuerpo humano es de 1.540 m/s.

Ganancia: es el grado en que las ondas de ultrasonido captadas por el receptor de la sonda son amplificadas antes de aparecer en la pantalla, y sirve de método habitual para aumentar el brillo de la imagen con escaso deterioro.

Resolución: la resolución espacial de un sistema cualquiera se define por la capacidad que poseen dos puntos próximos en el espacio para ser distinguidos de manera independiente. Se mide en unidades de distancia: cuanta mayor resolución exista, más pequeña será la distancia entre puntos que podemos distinguir. Existen tres tipos de resolución que vamos a contemplar: axial, lateral y temporal.

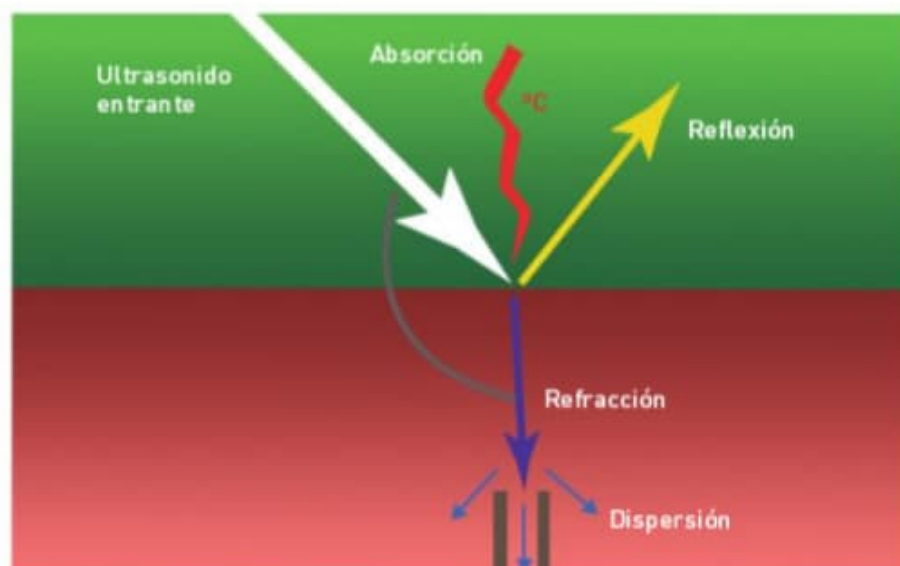


Figura 1-2. Fenómenos causantes de la atenuación del haz ultrasónico a su paso por el cuerpo.

- a) **Resolución axial:** también llamada longitudinal, es la resolución apreciable en la misma dirección del haz ultrasónico. Disminuir la longitud de onda o aumentar la frecuencia del pulso aumentan la resolución axial.
- b) **Resolución lateral:** es la capacidad para distinguir dos puntos próximos en una dirección perpendicular al haz ultrasónico. Se ve afectada por la anchura del haz y la profundidad de la imagen, y es mejor en distancias cortas al transductor y en sondas estrechas.
- c) **Resolución temporal:** capacidad de detectar el movimiento de un punto a lo largo del tiempo. En lo que respecta al ultrasonido, en Medicina es equivalente a la tasa de refresco. Las habituales van de 30 a 100 Hz. La resolución temporal en los ecógrafos habitualmente mejora al desactivar focos múltiples o disminuyendo la profundidad.

■ LA ECOGRAFÍA: PASADO Y PRESENTE

La ecografía es una técnica de imagen en constante evolución desde sus inicios. Para una mejor comprensión de su presente, es importante conocer los principales descubrimientos físicos, de ingeniería y médicos que han permitido desarrollarla tal y como hoy la conocemos.

El descubrimiento de los ultrasonidos se puede atribuir a Lazzaro Spallanzani, un biólogo italiano, cuando demostró en 1794 que la habilidad de los murciélagos para volar en la oscuridad era debida a la reflexión, mediante eco, de un sonido inaudible de alta frecuencia que producían.

La primera medición de la velocidad del sonido fue conseguida a través del agua en 1826 por Jean-Daniel Colladon, con un cinturón sumergible. Pero el verdadero impulso en la evolución de las técnicas ecosónicas de alta frecuencia tuvo lugar en París en 1880 con el descubrimiento, por parte de Pierre Curie y su hermano Jacques, del efecto piezoeléctrico que poseían algunos cristales. Ellos detectaron la generación de un poten-

cial eléctrico cuando se producía una compresión mecánica en un cristal de cuarzo.

Gabriel Lippmann descubrió en 1881 la reciprocidad de este efecto, consiguiendo un estrés mecánico como respuesta a la aplicación de una diferencia de voltaje. En ese momento, nació la posibilidad de generar y detectar ultrasonidos.

De esta manera, se desarrolló la fabricación de aparatos sónica, con el propósito de guiar a los submarinos en la Primera Guerra Mundial, especialmente tras el impacto que supuso el hundimiento del Titanic en 1912. El primer sónica fue construido en 1914, en Estados Unidos, por el Canadiense Reginald Fessenden, y era capaz de detectar un iceberg submarino situado a dos millas de distancia.

Sergei Y. Sokolov demostró, en 1928, una técnica de transmisión de ultrasonidos a través de los materiales para detectar desperfectos en metales. Sin embargo, debido a que aún no existían los medios técnicos para utilizar altas frecuencias, la resolución que obtenía con sus sistemas era muy pobre y sus aparatos no tenían una utilidad práctica.

El primer sistema de radar con uso práctico fue inventado en 1935 por Robert Watson-Watt, físico británico. Con la Segunda Guerra Mundial hubo un gran impulso al desarrollo de los sistemas de radar, precursores directos de los sónicas bidimensionales y de los sistemas ultrasónicos médicos que aparecieron a finales de 1940.

Se considera que el primer médico que usó los ultrasonidos en el diagnóstico médico fue Karl Theodore Dussik, quien publicó sus primeros experimentos en 1941. Llamó a su técnica Hiperfonografía (**Fig. 1-3 A**). Usaba dos transductores colocados a ambos lados de la cabeza y producía lo que él llamaba ventriculogramas, o imágenes ecográficas de los ventrículos del cerebro (**Fig. 1-3 B**). Sin embargo, más tarde se consideró que dichas imágenes obtenidas se correspondían con artefactos.

En 1951, Douglass Howry y Joseph Holmes construyeron el sistema de ultrasonidos por inmersión en tanque, el primer escáner de ultrasonidos bidimensional en modo B, que demostró la posibilidad de obtener imágenes

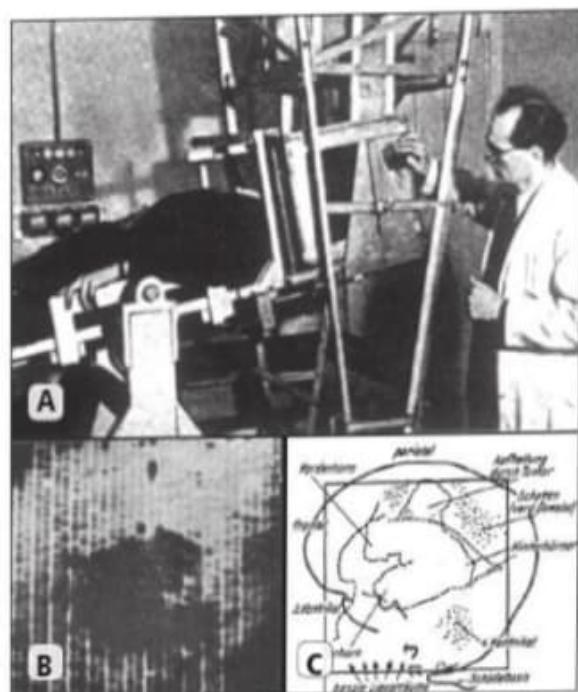


Figura 1-3. A) Dussik y su aparato. B) Imagen original del ventriculograma obtenido. C) Dibujo de la interpretación de los resultados.

en dos dimensiones de las estructuras orgánicas con ultrasonidos. Éste fue el precursor directo de los sistemas de ultrasonidos de los que disponemos en la actualidad. Sin embargo, requería que el paciente estuviera total o parcialmente inmerso en agua, y conseguir un sistema más móvil era una necesidad práctica (Fig. 1-4).

El primer artículo de ecografía musculoesquelética fue publicado en el *American Journal of Physical Medicine & Rehabilitation* en 1958 por Karl T. Dussik: «Measurements of articular tissues with ultrasound».

Holmes, junto con William Wright y Ralph Meyerdirk, fabricó un escáner de contacto con un brazo que se ponía sobre el paciente, con un transductor que se movía a través de unos raíles suspendidos (Fig. 1-5). Posteriormente, se consiguió mover el transductor con unos brazos articulados y salió al mercado por primera vez en 1963.

En 1972, McDonald y Leopold publicaron el primer examen en modo B de una articulación humana.

Gompels y Darlington, en 1981, fueron los primeros en publicar una aspiración articular bajo control ecográfico.

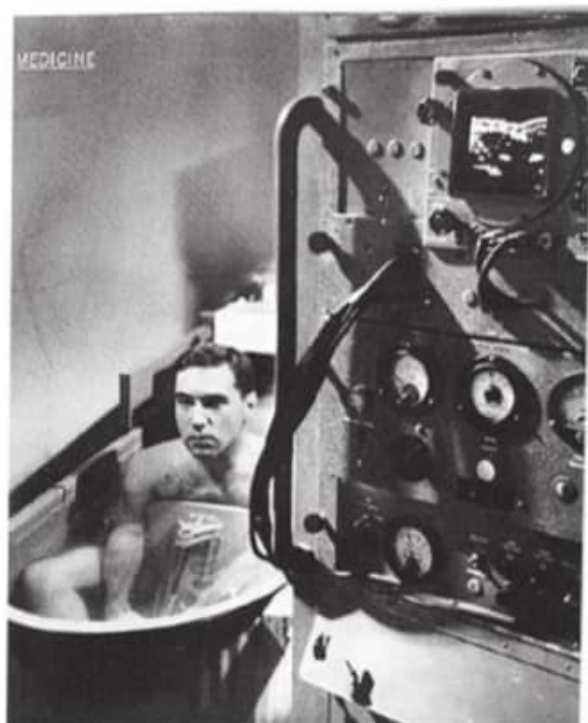


Figura 1-4. Escáner bidimensional en modo B, de Howry y Holmes, de 1951.

En la década de los noventa, surgieron nuevos desarrollos que llevaron a una mejora real de la calidad de imagen y resolución, entre los cuales cabe destacar, en primer lugar, la digitalización completa de todo el proceso: desde la generación de impulsos hasta la represen-



Figura 1-5. Holmes con su modelo de brazo móvil.

Figura 1-6. Componentes básicos de un aparato de ecografía.



tación de la imagen en el monitor. Esto no fue técnicamente posible hasta el desarrollo de las computadoras, ya en la segunda mitad de los noventa. El tipo de procesador que se incluía en las máquinas más avanzadas de entonces equivalía en velocidad a un *Pentium 40*. A esto hay que sumar el uso de los nuevos transductores de banda ancha y de apertura amplia, que mejoraban la definición de las estructuras de los tejidos y el rango dinámico.

■ EQUIPOS Y TRANSDUCTORES

Un ecógrafo se compone de las siguientes partes fundamentales: transductor, CPU, monitor, unidad de almacenamiento, teclado y controles (**Fig. 1-6**).

El **transductor** es la pieza clave del equipo. Se coloca en contacto con la piel del paciente para evaluar las distintas estructuras. Está compuesto por una carcasa hermética que contiene cristales piezoeléctricos (**Fig. 1-7**), capaces de vibrar y generar ondas de sonido cuando son excitados por una corriente eléctrica y de realizar el mecanismo inverso, recibiendo el eco y convirtiéndolo en una señal eléctrica que luego será transformada en una imagen.

En los últimos años, se utilizan transductores formados por polímeros cerámicos que permiten utilizar pulsos de ultrasonidos muy cortos, con una banda más ancha, consiguiendo de esta manera aumentar la resolución de las imágenes sin variar la frecuencia de emisión. Aparte de estas mejoras, los

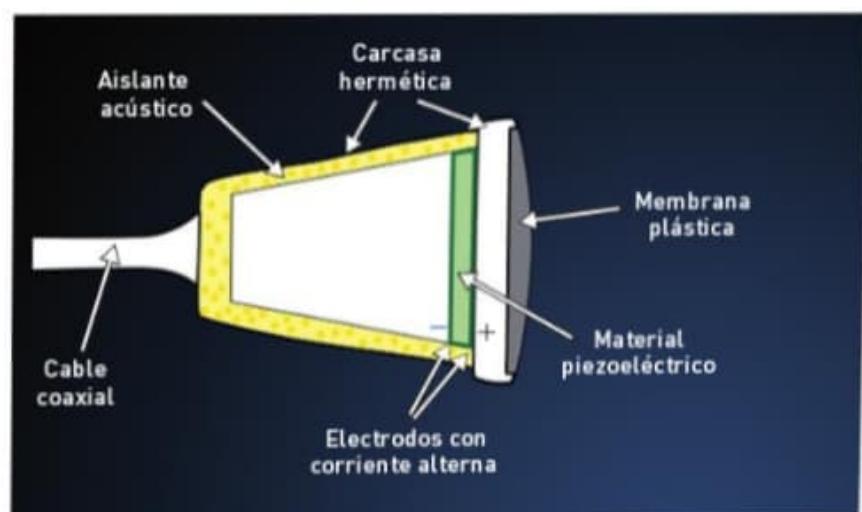


Figura 1-7. Partes principales en un transductor ecográfico.

transductores de banda ancha permiten trabajar a diferentes frecuencias (7-12 MHz) en vez de en una única, de tal manera que podemos explorar estructuras superficiales y profundas sin necesidad de cambiar la sonda, mejorando así en comodidad y rapidez, sin la necesidad de comprar varias sondas. En la actualidad, los transductores pueden manejar frecuencias muy altas (18 MHz), ideales para el estudio de estructuras superficiales, como poleas flexoras en mano, algunos nervios subcutáneos, etc. Existen además sondas más pequeñas o tipo *stick* (Fig. 1-8), ideales para el estudio de estructuras con muchos rebordes óseos (tobillo) o de pequeñas articulaciones (dedos).

La CPU es la que procesa y convierte en imágenes las señales recibidas desde el transductor.

A través de los **controles** de la consola, podemos modular las características, tanto del ultrasonido (frecuencia, selección de sonda, profundidad) como de la imagen (rango dinámico, ganancia, etc.), movernos entre los

menús del aparato, cambiar de sonda, medir distancias, etcétera.

Teclado: nos permite introducir datos, tanto de los pacientes como de información superpuesta en las imágenes cuando sea de interés.

Unidades de almacenamiento: los avances experimentados en los últimos quince años han permitido almacenar cantidades masivas de datos en un espacio reducido a un costo muy razonable. A pesar de que las grabaciones de vídeo y de imágenes en alta resolución consumen más recursos, las unidades de memoria y la capacidad de procesamiento de las máquinas actuales han ido por delante, manejando estos sin dificultad.



El desarrollo de los procesadores y el incremento constante en las capacidades de almacenamiento que han tenido lugar en los últimos quince años, han permitido gestionar y guardar imágenes de alta resolución, necesarias para la ecografía musculoesquelética. Sin la revolución informática, esto no habría sido posible.



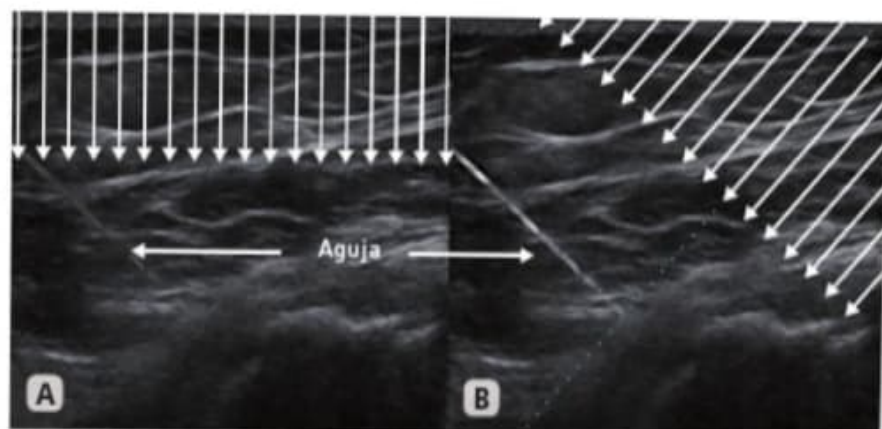
Figura 1-8. Sonda *stick*.

■ AVANCES TECNOLÓGICOS

Imágenes armónicas de tejidos

Los armónicos en los tejidos se generan en la ecografía pulsada durante la fase de transmisión del pulso, es decir, cuando el ultrasonido se propaga a través de los tejidos. Las imágenes se forman utilizando las señales armónicas que se generan en los tejidos y filtrando las señales de eco producidas por la energía acústica transmitida. Esto se puede conseguir de dos formas: una, usando filtros para imagen principal y armónica; y la segunda, usando dos pulsos simultáneos con 180° de diferencia de fase. La introducción de los armónicos permite una mayor penetración sin pérdida de detalle, obteniendo una imagen más clara en profundidad sin la afectación significativa de la calidad que lleva aparejado el uso de frecuencias bajas.

Figura 1-9. A) Ecografía convencional. B) Angulación del haz para incidir de forma perpendicular a la aguja, mejorando su visibilidad en procedimientos intervencionistas.



Ecografía direccional

Se ha conseguido direccionar el haz ultrasónico de manera oblicua, y es de utilidad en la valoración de estructuras que por su disposición espacial respecto al haz normal producen anisotropía, como algunas inserciones tendinosas. También es útil en la visualización de la aguja en las punciones ecoguiadas, poco visible cuando el ángulo de punción no es perpendicular al transductor (**Fig. 1-9**).

Ecografía compuesta

En la ecografía convencional, los tejidos están expuestos al ultrasonido incidiendo en una única dirección. De esta manera, todos los haces ultrasónicos son paralelos, con la consiguiente aparición de artefactos

(**Fig. 1-10**), debidos, por una parte, a la sombra acústica producida por detrás de las estructuras con una alta atenuación y, por otra, a los refuerzos acústicos que se ocasionan por detrás de las estructuras con baja atenuación. Las sombras fuertes pueden dificultar la visión de algunas zonas. Con el fin de evitarlo, se utilizan diferentes ángulos de haz ultrasónico (**Fig. 1-11**) para conseguir una 'imagen compuesta' a partir de la adquisición de varias imágenes recogidas, las cuales se solapan y son combinadas para conseguir una imagen única en tiempo real. Se logra, de esta manera, la reducción de artefactos como el granulado, la delineación más nítida de las interfases tisulares, mejor discriminación de las lesiones sobre el fondo, mejora de la resolución y contraste de la imagen.

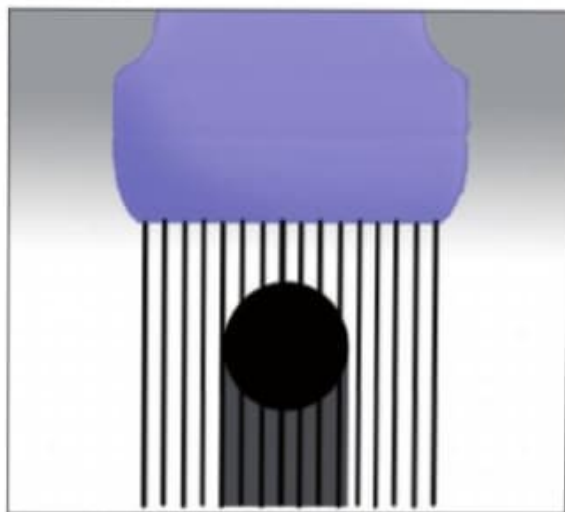


Figura 1-10. Ecografía convencional.

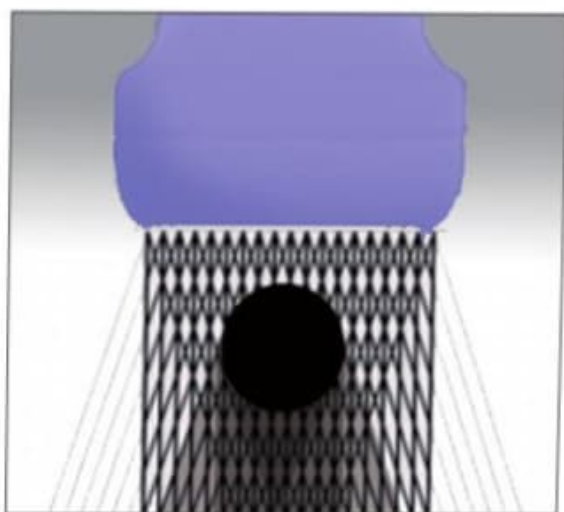


Figura 1-11. Ecografía compuesta.

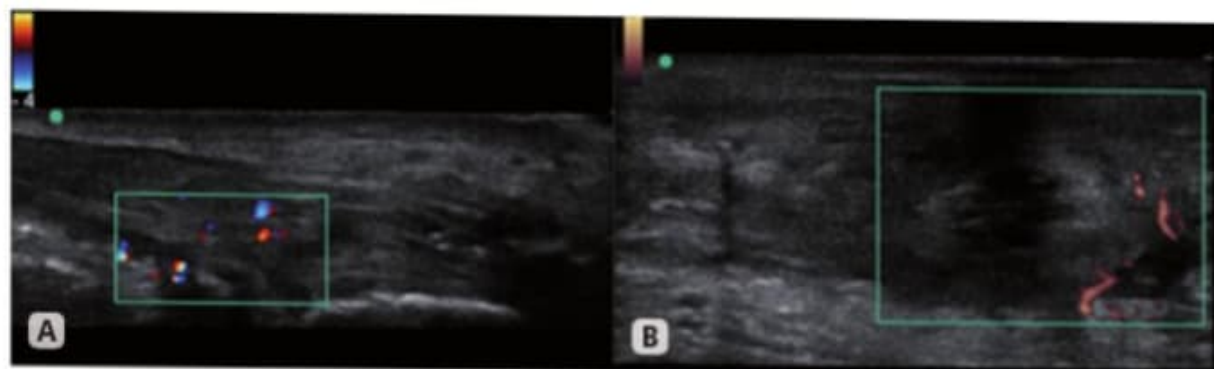


Figura 1-12. A) Doppler normal en tendón que muestra la microvascularización. B) El *power* Doppler muestra mayor sensibilidad para la detección de pequeños vasos.

Doppler

El efecto Doppler debe su nombre a Christian Doppler, matemático y físico austriaco que en 1842 describió el comportamiento diferente en la frecuencia de una onda dependiendo de si la fuente que la produce se acerca o aleja del observador.

Cuando el haz de ultrasonido se refleja al incidir sobre una estructura en movimiento, lo hace con una frecuencia diferente. Este cambio se puede registrar, permitiendo detectar flujos en el interior de los vasos (**Fig. 1-12**).

El Doppler de banda ancha proporciona una imagen más definida de la microvasculatura periférica. El *power* Doppler es más sensible que el convencional para detectar flujos de baja velocidad, aunque no informa de la dirección del flujo.

Elastografía

La Elastografía busca valorar de manera cuantitativa la consistencia dura o blanda de una estructura estudiada. Mide la deformación de un tejido como respuesta a la compresión externa, en la cual sufren un mayor aplastamiento los tejidos blandos que los duros. Se comparan dos secuencias, con y sin compresión ligera de los tejidos, bajo la sonda convencional. Según las variaciones en cada estructura, les es asignado un color: desde el rojo, los más elásticos, al azul, los más duros (**Fig. 1-13**). En la actualidad, aún no se ha incorporado esta técnica de rutina al estudio ecográfico del aparato locomotor; pero, a medida que mejoren técnicamente los aparatos y se vaya ganando en experiencia, es probable que pase a ocupar un mayor protagonismo en el estudio habitual, complementándolo.

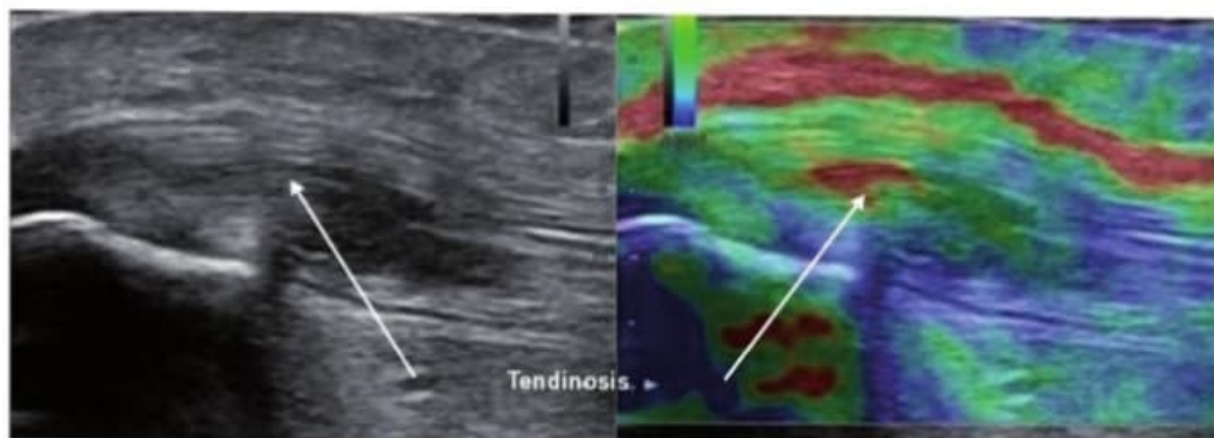


Figura 1-13. Elastografía en tendón cuadriceps, con reblandecimiento intratendinoso (en rojo) por degeneración.

Imagen en 3D

Se pueden obtener imágenes ecográficas en 3D utilizando sondas convencionales, equipadas con un pequeño sensor de posición electromagnético o transductores especializados (más voluminosos y difíciles de manejar, pero más exactos). Recientemente se han introducido sondas de volumen en rangos de frecuencia adecuados para estructuras musculoesqueléticas, por lo que se abre un campo nuevo que habrá que ver como evoluciona.

Campo de visión ampliado

Cuando se examinan estructuras grandes en ecografía musculoesquelética, como quistes, amplias roturas musculares, hematomas, etc., al usar una ventana visual pequeña, condicionada por el tamaño del transductor lineal (máximo de 4-6 cm), la percepción espacial del examinador se ve limitada. Esto es aún más evidente cuando un tercero, habitualmente médico prescriptor, trata de interpretar la imagen impresa.

Los ecógrafos modernos incorporan *software* que permite la reconstrucción panorámica a partir de la adquisición seriada de múltiples imágenes durante el desplazamiento del transductor a lo largo de un segmento. Para ello, una vez decidida el área a explorar, el examinador desplaza la sonda

a lo largo de la zona deseada. El ecógrafo procesa digitalmente las imágenes sucesivas y realiza la reconstrucción en una imagen final de la longitud deseada (**Fig. 1-14**).

■ ARTEFACTOS SONOGRÁFICOS

Los artefactos son imágenes que no se corresponden con estructuras reales y que pueden llevar a errores de interpretación. Se producen por ciertos fenómenos físicos durante la generación de imágenes. El ecografista debe conocerlos y detectarlos cuando proceda.

Anisotropía

Es, posiblemente, el artefacto más importante en ecografía. Cuando el ultrasonido incide a 90° sobre una estructura de composición fibrilar ordenada, se aprecia una imagen hiperecogénica característica. Según va variando el ángulo de incidencia y va siendo menos perpendicular, una parte de la señal ultrasónica no retorna al transductor y se genera una imagen progresivamente más hipocóica (**Fig. 1-15**). Esto es especialmente importante en ciertas inserciones tendinosas, que por el ángulo que adoptan pueden simular una degeneración si no variamos repetidas veces la posición del transductor y puede, por lo tanto, llevar a malinterpretar los hallazgos.

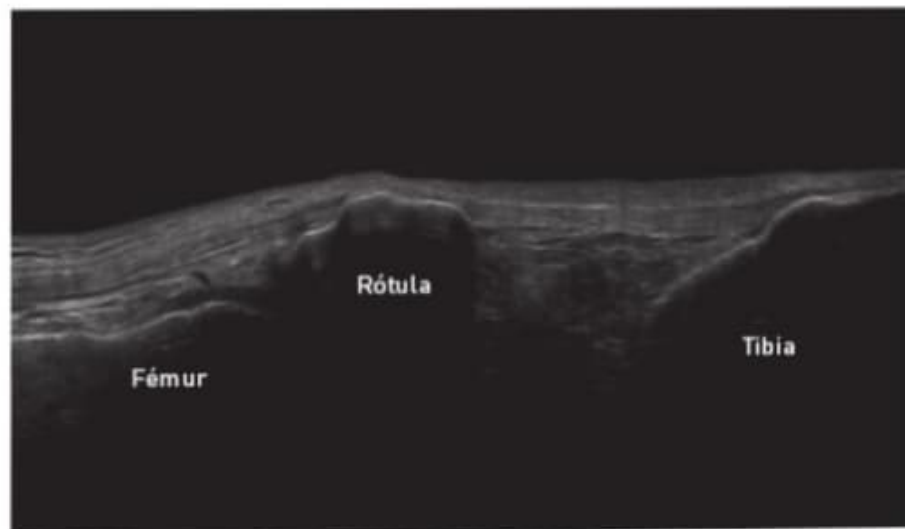


Figura 1-14. Campo de visión ampliado que nos permite ver en la misma imagen el fémur, el tendón cuadriceps, la rótula, el tendón rotuliano y la tibia.

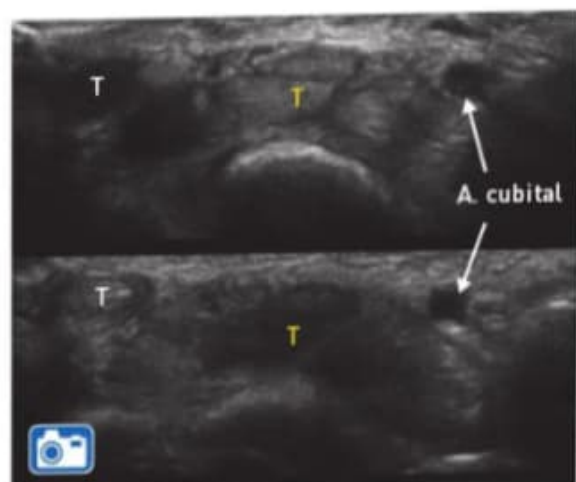


Figura 1-15. Anisotropía: arriba, los tendones flexores discurren perpendiculares al haz y se ven hiperecogénicos; abajo, con haz oblicuo, se ven hipoecogénicos (T amarilla). Ocurre lo contrario por su diferente orientación con el flexor carpi radialis (T blanca).

La anisotropía es característica del tendón, aunque también ocurre en ligamentos y músculos, pero de manera menos llamativa.

Reverberación o imagen en «cola de cometa»

Ciertos materiales muy reflectantes hacen que, cuando el haz ultrasónico incide sobre ellos, aparezcan detrás de los mismos unas imágenes hiperecogénicas que se repiten y disminuyen paulatinamente de intensidad con la distancia (**Fig. 1-16**). Es característico de metal, cristal y pequeñas burbujas de aire en el seno de un medio sólido.



Figura 1-16. Artefacto en cola de cometa producido por material quirúrgico metálico en el hombro.

Sombra acústica

Cuando la impedancia es muy alta en una estructura y no deja pasar el ultrasonido o lo absorbe, detrás de ésta se observa una sombra anecoica que se prolonga en profundidad (**Fig. 1-17**). Es la imagen típica de calcificaciones, aire y hueso.

Refuerzo acústico posterior

Se produce cuando el ultrasonido atraviesa un medio homogéneo que transmite muy bien el ultrasonido y, por lo tanto, no produce apenas atenuación. Las estructuras in-



Figura 1-17. Tendinitis calcificante en tendón supraespinoso. Obsérvese la sombra acústica bajo la calcificación que borra la cortical de la cabeza humeral.



Figura 1-18. Quiste de Baker en el hueso poplíteo. Obsérvese la hipers señal acústica posterior.

mediatamente posteriores se dibujan con más intensidad (**Fig. 1-18**). Este efecto aparece, por ejemplo, en gangliones o quistes.

Sombra de ángulo crítico

Cuando el haz sónico incide sobre una superficie curvada, al hacerlo de manera tangencial, es muy escaso o nulo el eco que se refleja en los extremos; por ello, obtenemos una sombra (**Fig. 1-19**). Es la imagen típica de muchos tendones en el eje transversal.



Figura 1-19. Sombra de ángulo crítico en tendones flexores de la mano.

✓ Los artefactos ecográficos pueden confundirnos y hacernos malinterpretar una imagen, pero también ayudarnos en el diagnóstico. Dependiendo del tipo de artefacto, por ejemplo, podemos valorar de qué material está compuesto un cuerpo extraño.

■ ■ PROS Y CONTRAS DE LA ECOGRAFÍA

La ecografía, como cualquier otra técnica de imagen, presenta ventajas e inconvenientes. A continuación comentaremos las más importantes.

Ventajas

Para poder realizar una ecografía, no es necesario adaptar ninguna estancia; son suficientes un pequeño espacio y una camilla. Los progresos técnicos han permitido fabricar aparatos portátiles con una buena calidad de imagen, que pueden diagnosticar *in situ* lesiones deportivas o ayudar en quirófano a la realización de ciertas técnicas intervencionistas. Esto es impensable con otras técnicas de imagen.

El paso del ultrasonido por el cuerpo humano con las intensidades utilizadas en diagnóstico carece de efectos deletéreos conocidos, y permite repetir la ecografía las veces que estimemos necesarias, dando una información evolutiva valiosa. Es la técnica de elección en pacientes embarazadas.

Los precios de venta de ecógrafos y transductores han descendido paulatinamente, es-

pecialmente en los últimos cinco años; por ello, un número creciente de profesionales realiza ecografía. Este fenómeno está provocando un desarrollo de gran magnitud de la técnica, que es comparativamente económica, en términos de costo/beneficio.

Se trata de una técnica dinámica: se pueden contraer, tensar y comprimir estructuras bajo la visión directa del transductor en tiempo real. Permite, además, guiar agujas y catéteres, todo ello sin emisión de radiaciones ionizantes.

La calidad de imagen en ciertas estructuras, como algunos tendones y ligamentos, es superior, en ocasiones, a la de las demás técnicas. Es realmente útil en procedimientos mínimamente invasivos, como biopsias, infiltraciones y algunas técnicas quirúrgicas sencillas.

Desventajas

Ciertas estructuras no se pueden valorar adecuadamente con ecografía. Aquellas situadas en profundidad, intraarticulares o intraóseas, son muy difíciles de visualizar de manera fiable con ecografía y, por lo tanto, no se recomienda su utilización en estos casos (LCA, LCP, meniscos, músculos rotadores de la cadera, algunas zonas cartilaginosas que no se pueden exponer adecuadamente, lábrum, etc.).

Otras estructuras se pueden valorar, pero son difíciles, sobre todo en lesiones leves, como roturas de espesor parcial de ciertos tendones, y hacen falta un ecografista con

mucha experiencia y una máquina moderna con unos transductores adecuados.

Los transductores son una pieza clave en el equipo, pero son caros y delicados, por lo que es preciso manejarlos con mucha precaución.

En ecografía musculoesquelética se valoran campos de visión pequeños (de alrededor de 4 cm), por lo que es difícil realizar una interpretación espacial en las lesiones de grandes dimensiones en su totalidad (fracturas de huesos largos, angulaciones, etc.).

Es una técnica que requiere una curva de aprendizaje larga para poder llegar a ser bien realizada.

■ ■ ORIENTACIÓN DE LAS IMÁGENES

Cuando vemos una imagen ecográfica impresa o en la pantalla, si no se tiene cierta experiencia, puede ser difícil reconocer el área de estudio a la que corresponde. Para ello, es de utilidad el icono con la marca de la sonda colocada en la zona de exploración (**Fig. 1-20**).

Se deben tener en cuenta los siguientes principios a la hora de orientar la imagen, aunque con la experiencia, y debido en ocasiones a la falta de tiempo, no se suelen acometer:

- La parte superior de la imagen corresponde a la piel, y la inferior a la camilla; aunque parezca evidente, conviene re-

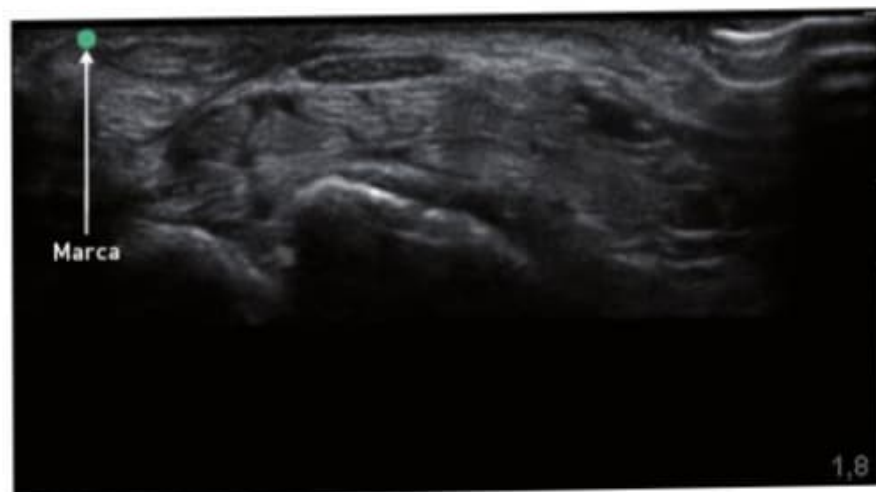
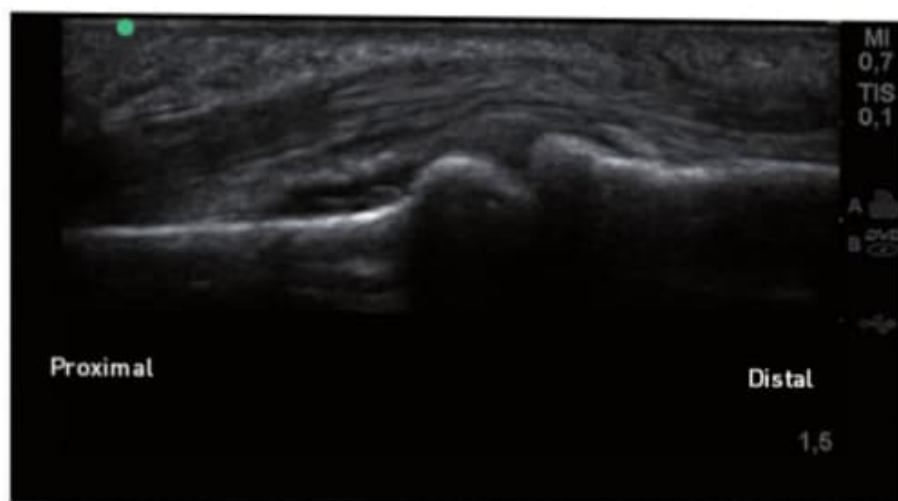


Figura 1-20. Ejemplo de marca de la sonda situada habitualmente en la parte superior izquierda para ayudar en la orientación.

Figura 1-21. Ecografía correctamente orientada, la izquierda de la imagen corresponde a la zona proximal (en este caso de un dedo de la mano) y la derecha la distal.



cordarlo. Todos los equipos disponen de una opción en el menú de invertir la imagen de arriba abajo y viceversa, por si al operador le resulta más cómodo estudiar ciertas estructuras profundas dadas la vuelta para que parezcan más superficiales. Este cambio no modifica la resolución de la imagen. También es de utilidad en el estudio Doppler en los casos en los que el espectro está por debajo de la línea base y se corta; al darle la vuelta se observa completamente, aunque con valores negativos.

- En el corte longitudinal, para una mayor uniformidad universal, la izquierda de la pantalla debería corresponder a la zona proximal, y la derecha, a la distal (Fig. 1-21).
- En el corte transversal, la imagen que se reproduce es como si el paciente se visualizara desde abajo: la parte izquierda de la imagen es la derecha del paciente, y viceversa. El ecógrafo puede, al igual que en el caso mencionado anteriormente, invertir la imagen de manera horizontal.
- En la sonda existe una luz o marca en uno de los extremos del transductor; esta marca debe coincidir con la que los equipos pre-

sentan a la parte superior izquierda de la pantalla. El objetivo es evitar equivocaciones por una colocación de la sonda del revés, lo que podría inducir a errores de interpretación y, por lo tanto, diagnósticos (Fig. 1-22).

- Por último, y para complementar las imágenes, los equipos permiten indicar con texto, y en muchas ocasiones iconos, la zona estudiada, permitiendo informar adecuadamente al receptor de la prueba.



Figura 1-22. Orientación adecuada del transductor durante la ecografía. Se coloca la marca del transductor en dirección proximal.

RESUMEN



- La ecografía se basa en el sonido y, por lo tanto, es una técnica inocua. Punto a punto, y píxel a píxel, se ve una imagen en pantalla que es la representación del eco que provocan los sonidos, los cuales están sometidos a numerosos fenómenos (absorción, reflexión, refracción, etc.) y pueden verse artefactados por las condiciones del medio o de los tejidos (refuerzos, sombras, reverberaciones) que nos deben mantener alerta para no diagnosticar de forma incorrecta.
- Gracias al trabajo y el desarrollo de numerosos científicos a lo largo de la historia, disponemos de estas eficaces máquinas que nos hacen llegar más allá en nuestra práctica médica. Este capítulo quiere ser un pequeño homenaje a todas aquellas personas que han hecho esto posible.

MATERIAL COMPLEMENTARIO



- **Video 1-15:** Anisotropía.

■ ■ PIEL Y TEJIDO CELULAR SUBCUTÁNEO

La piel es el mayor órgano del cuerpo humano. Su espesor varía entre los 0,5 mm (en los párpados) y los 4 mm (en el talón). Entre las principales funciones de la piel, está la protección del organismo frente a factores externos, como bacterias, sustancias químicas y temperatura.

Está formada por tres capas: epidermis, dermis e hipodermis.

La epidermis está constituida principalmente por queratinocitos, que reciben esta denominación debido a su capacidad para llevar a cabo la síntesis de la queratina. La capa córnea superior se va desprendiendo en un constante proceso de descamación. La epidermis es avascular, y su cuidado y mantenimiento se realizan por medio de la difusión de sustancias nutritivas desde el lecho capilar de la dermis.

La dermis es una capa profunda de tejido conjuntivo. La abundancia de fibras de colágeno y elásticas que se disponen de forma paralela otorga a la piel su consistencia y elasticidad características.

Para realizar la ecografía de la piel, son necesarios transductores de ultra alta frecuencia entre 20 y 100 MHz, que definen con gran resolución las estructuras, pero cuya profundidad de campo es de 1 mm o menor. Por lo tanto, no tiene sentido su estudio fuera del ámbito de la dermatología.

Sin embargo, con sondas utilizadas habitualmente para el estudio de las estructuras del aparato locomotor, que operan entre frecuencias de 5 y 13 MHz, se puede estu-

diar adecuadamente el tejido celular subcutáneo.

Para valorar el tejido subcutáneo de zonas de piel fina, como el dorso de la mano, se utilizan frecuencias entre 7 y 13 MHz. En zonas de piel gruesa, como la parte proximal del muslo, se usarán frecuencias de hasta 5 MHz, para conseguir una penetración suficiente.

Ecográficamente, el tejido subcutáneo se aprecia como una capa hipoeoica bastante uniforme, correspondiente a la grasa, con unos haces hiperecoicos que se corresponden con tabiques de tejido conjuntivo. Estos tabiques están dispuestos en su mayoría de forma paralela a la superficie de la piel o ligeramente oblicuos respecto a ella, siguiendo habitualmente una morfología a modo de ondas (**Fig. 2-1**).

En el espesor del tejido celular subcutáneo, podemos observar dos estructuras: las venas, que se aprecian como estructuras ovales o redondeadas hipoeoicas que discurren por el interior de los septos de mayor tamaño, y que se colapsan con facilidad ante la presión de la sonda, y los pequeños nervios sensitivos, que se aprecian como estructuras fasciculares que transcurren paralelas a las venas superficiales más grandes.

✓ La zona subcutánea con frecuencia se pasa por alto a la hora de explorar una lesión musculoesquelética, al enfocar nuestro interés en zonas más profundas. En ocasiones, la única lesión demostrable se localiza en esta zona en forma de contusiones, hematomas, necrosis grasa e incluso tumores.



Figura 2-1. Epidermis y tejido celular subcutáneo (TSC).

■ ■ MÚSCULOS

Los músculos representan alrededor del 30% del peso total del cuerpo en mujeres, y del 45% en varones.

Están formados por las fibras musculares, de forma cilíndrica, y el estroma circundante. Las fibras musculares se agrupan para formar fascículos, que a su vez se unen para formar el músculo. Las fibras musculares están separadas entre sí por el endomisio, y los fascículos por el perimisio. El músculo, a su vez, se encuentra envuelto por una capa gruesa fibrosa, llamada epimisio.

Para realizar una correcta valoración, los parámetros adecuados de frecuencia y el tipo de transductor dependen del volumen de los músculos y de la profundidad a la que se encuentran. Para estudiar los músculos de la mano, se han de usar sondas de pequeño tamaño que trabajen con frecuencias altas, entre 7 y 15 MHz; para valorar musculatura glútea, sondas con frecuencias entre 3 y 10 MHz.

En el estudio ecográfico, el músculo normal se compone de un fondo hipoecoico, que representa las bandas musculares, ricas en agua, y unas líneas hiperecoicas, que se corresponden con los tabiques fibroadiposos o perimisio. La imagen de dichos tabiques varía según el eje que se adopte en la exploración. En el eje longitudinal, adoptan una disposición paralela que se dirige hacia una aponeurosis central o periférica, siguiendo una colocación penniforme o «en pluma de ave» (Fig. 2-2). Cuando se estudia el músculo en el eje transversal, se aprecian unas líneas hiperecoicas finas, de

diferentes tamaños, dispuestas de manera poco ordenada, adoptando unas imágenes de «gaviotas» a las que se suman otras puntiformes. Este patrón clásicamente se denominó, en el pasado, «en cielo estrellado» (Fig. 2-3).

El epimisio, o fascia, se aprecia como una estructura hiperecoica, bien delimitada, que envuelve al músculo hipoecoico (v. Fig. 2-2).

El espacio intersticial que separa las fascias yuxtapuestas de dos músculos adyacentes se

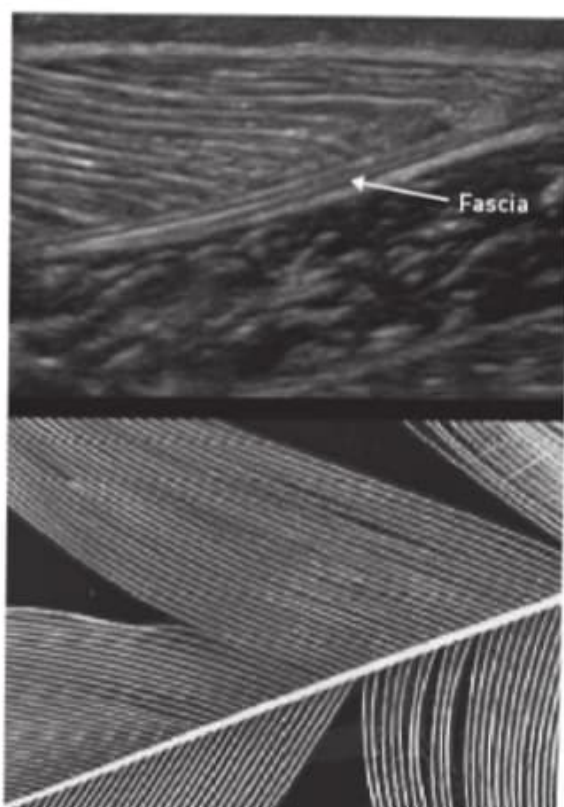


Figura 2-2. Corte longitudinal de gemelo medial. Por debajo, el sóleo.

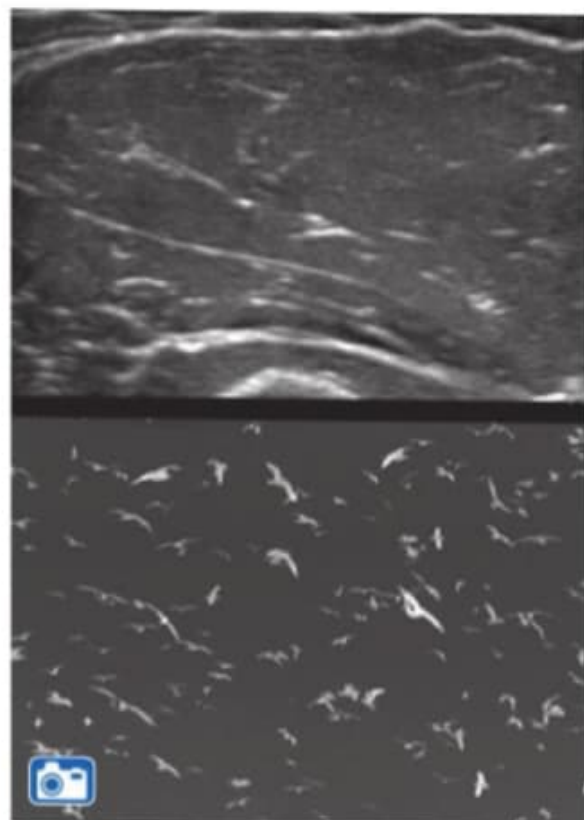


Figura 2-3. Corte transversal de bíceps. Patrón en «cielo con gaviotas» o «estrellado».

observa como una lámina hipoeoica que traduce un tejido conjuntivo laxo, que permite el deslizamiento de ambos músculos entre sí.

La configuración estructural de los haces varía si el músculo está relajado o contraído. Esto nos permite efectuar estudios dinámicos, observar el comportamiento de roturas, hernias musculares u otras lesiones. Durante la contracción, los perimisios se horizontalizan, volviéndose el aspecto del músculo más grueso, corto y más hipoeoico aún. En el músculo, aunque en menor medida que en los tendones, es posible que aparezca también el artefacto de anisotropía cuando el haz de ecos no incide perpendicularmente a las fibras, y puede observarse el músculo muy brillante u oscuro si se bascula la sonda.

La visión panorámica que admiten algunos programas de *software* de ciertas casas nos permite una visualización extendida de las estructuras hasta donde deseemos.

■ ■ TENDONES Y LIGAMENTOS

Los tendones son estructuras cuya función es transferir importantes fuerzas tensiles producidas durante la contracción muscular para movilizar el hueso en el que se insertan. Están constituidos fundamentalmente por colágeno tipo I, sintetizado por los fibroblastos, que presenta una alta resistencia a la tracción. Este colágeno se agrupa en haces muy ordenados de fibras, formando los fascículos, los cuales están rodeados por un tejido conectivo llamado endotenon, que contiene vasos sanguíneos, linfáticos y nervios, además de los fibroblastos que reparan y sustituyen las fibras colágenas. La suma de estos fascículos forma el tendón, que, a su vez, se rodea de una capa fibroblástica y sinovial llamada epitenon.

Existen dos tipos de tendones: los que siguen un trayecto recto desde el músculo al hueso (tipo 1), y aquellos que tienen que modificar su dirección para llegar a su destino o pasan por debajo de estructuras ligamentosas (tipo 2). Los tendones tipo 1 están recubiertos por el paratenon, un tejido laxo que les aporta pedículos vasculares a lo largo de su trayecto. Los tendones tipo 2 están rodeados por una vaina sinovial, formada por dos capas: la interna, o visceral, que se corresponde con el epitenon, y la externa o parietal. Entre ambas capas se forma una cavidad virtual, que contiene líquido para facilitar el deslizamiento y disminuir la fricción. Existe una unión entre ambas capas, llamada mesotenon, por la que transcurren vasos sanguíneos, nervios y vasos linfáticos. Se sitúa en la cara convexa entre las capas visceral y parietal, y posee invaginaciones, conocidas como plicas, que permiten un deslizamiento de varios centímetros sin cizallamiento de los vasos y nervios que transcurren en su interior.

Las bursas peritendinosas se disponen entre la inserción del tendón y la superficie del hueso adyacente o la piel para reducir al mínimo la fricción entre estas estructuras durante los movimientos.

Ecográficamente, al valorar los tendones en el eje longitudinal, se observan imágenes

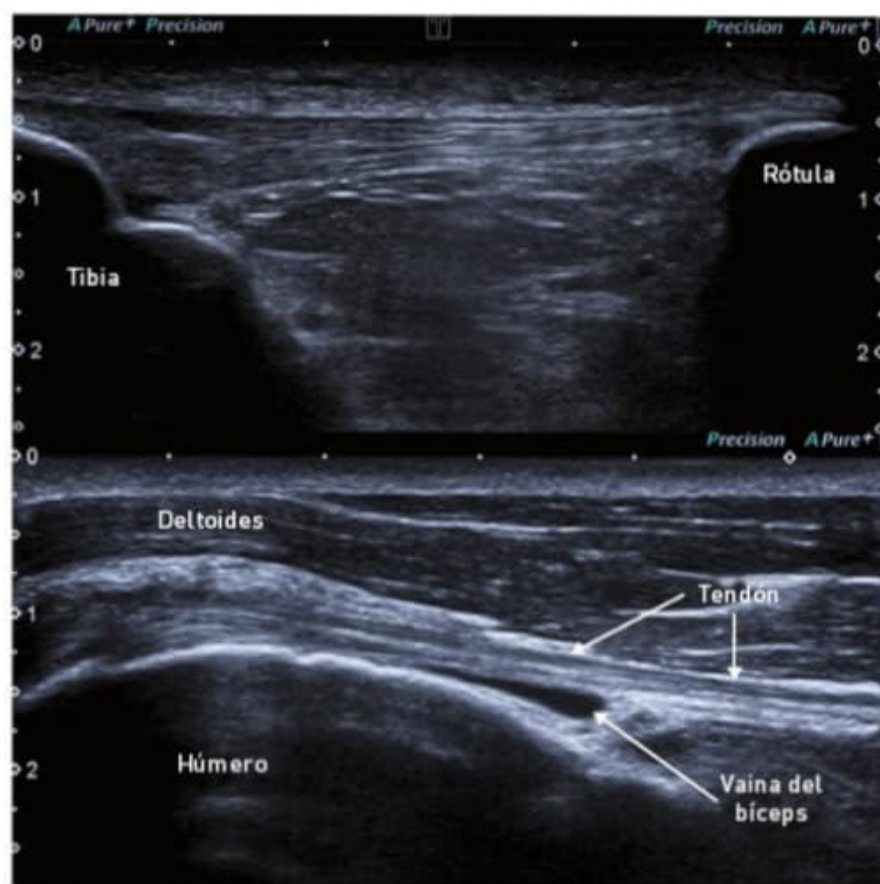


Figura 2-4. Arriba, corte longitudinal del tendón rotuliano. Abajo, corte longitudinal del tendón porción larga del bíceps. Patrón fibrilar.

lineales hiperecoicas que se alternan con otras hipoecoicas, habitualmente siguiendo una disposición paralela conocida como patrón fibrilar (**Fig. 2-4**). En el eje transversal, se aprecia un conglomerado de gránulos hiperecoicos brillantes junto con otros hipoecoicos. A esta imagen ecográfica se la denomina habitualmente en «sal y pimienta» (**Fig. 2-5**). En los tendones con vaina, podemos apreciar fisiológicamente una pequeña cantidad de líquido en el interior de ésta; en

caso de duda, se compara con el lado contralateral, para valorar la cuantía y determinar así si existe patología.



La utilización de artefactos de anisotropía es muy útil en el estudio de los tendones, ya que los podemos hacer brillar y oscurecer, cambiando la perpendicularidad de incidencia de los ecos para poder definir mejor los márgenes del tendón y diferenciarlo de nervios y de otras estructuras adyacentes.

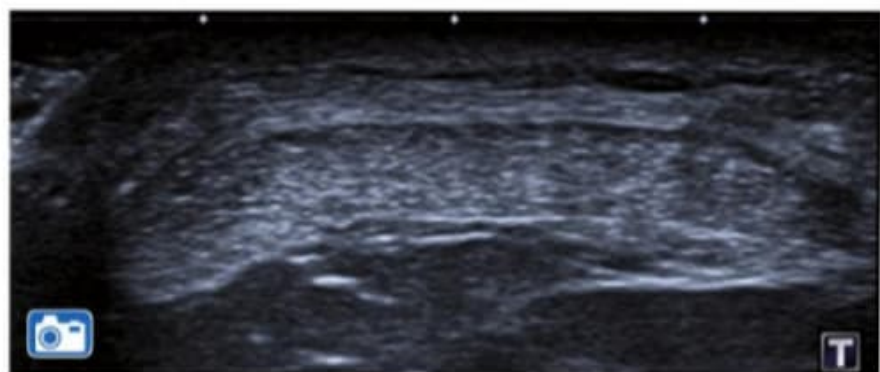
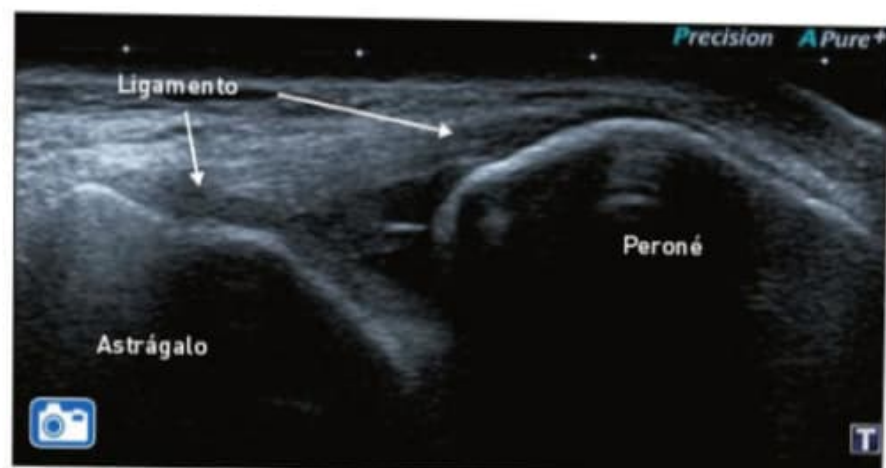


Figura 2-5. Corte transversal del tendón. Patrón en «sal y pimienta».

Figura 2-6. Ligamento peroneo astragalino anterior, puesto en tensión, en flexión plantar.



Los ligamentos unen dos superficies articulares contiguas, proporcionándoles estabilidad. En ecografía se observan como bandas fibrilares hiperecoicas, similares en gran parte a los tendones (**Fig. 2-6**).

Al ser estructuras anisotrópicas, es importante la correcta colocación de la sonda para evitar confundir algunas imágenes con patología. En muchos casos, mover la articulación para poner en tensión los tendones y ligamentos que son objeto de estudio puede ayudar a obtener una mejor definición. Con los equipos actuales, se puede realizar también el estudio en su eje corto, sobre todo en aquellos ligamentos más cordinales.

■ NERVIOS PERIFÉRICOS

Los nervios presentan una estructura similar a la de un cable. En su interior, las fibras nerviosas se agrupan en fascículos, que se pueden dividir y fusionar entre sí a lo largo de su recorrido.

Cada una de las fibras nerviosas está rodeada por el endoneuro, y cada fascículo se encuentra, a su vez, rodeado por el perineuro. Existe una vaina externa, o epineuro, que rodea los fascículos nerviosos.

Cuando realizamos cortes en el eje transversal del nervio, podemos apreciar una estructura a modo de «mora», con puntos hipoeoicos correspondientes a los fascículos nerviosos, de diferentes diámetros, que se disponen en el seno de un fondo hiperecoico que se corresponde con el perineuro (**Fig. 2-7**).

En el eje longitudinal, los nervios se observan como líneas paralelas hiperecoicas que se alternan con otras hipoeoicas, que se corresponden con los fascículos, siguiendo una disposición longitudinal (**Fig. 2-8**).

Los límites externos de los nervios son muchas veces difíciles de ver, ya que las estructuras conjuntivas que los envuelven tienen una ecogenicidad similar a la de la periferia del nervio, confundiendo por lo tanto sus bordes. Para poder valorarlos bien, son necesarios una técnica minuciosa y un conocimiento anatómico de las estructuras que los acompañan. Los nervios no muestran propiedades anisotrópicas tan definidas como el tendón o el músculo.



Figura 2-7. Nervio ciático en su división en tibial y peroneo común. Eje transversal. Imagen en «mora».

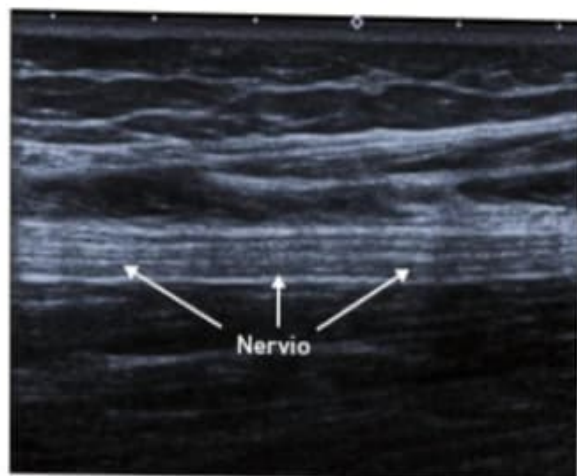



Figura 2-8. Nervio ciático en eje longitudinal. Patrón fascicular.

Para estudiar el trayecto de los nervios, se recomienda colocar la sonda en el eje transversal, ya que la valoración en el eje longitudinal exige una gran precisión y, debido a las ramificaciones y a sus cambios de dirección, el seguimiento muchas veces es complejo.

■ ■ HUESO

Los huesos están compuestos por: hueso cortical en la periferia, más compacto, y hueso esponjoso trabecular en el interior, que contiene la médula ósea.

Con ecografía, se aprecia la cortical ósea como una línea hiperecoica brillante que, al no permitir el paso a su través del haz ultrasónico, genera por detrás del mismo una sombra acústica. Las estructuras situadas por detrás del hueso son inaccesibles al estudio mediante ecografía. Los agujeros nutricios, las tendinitis calcificantes, algunas alteraciones de la cortical próximas a articulaciones artrósicas, los sesamoideos o los cartílagos del crecimiento pueden ocasionar irregularidades en la cortical, que son normales y que se han de distinguir de las causadas por fracturas escasamente desplazadas u otro tipo de alteraciones de la cortical de origen patológico.

 No debe confundirse la entrada de la arteria nutricia a través de la cortical ósea con una fisura.

■ ■ ARTICULACIONES (CARTÍLAGOS Y CÁPSULA)

Las articulaciones que habitualmente estudiamos están formadas por la superficie ósea articular, una cápsula fibrosa que la envuelve, ligamentos para estabilizarlas, una membrana sinovial y otras estructuras intraarticulares, como meniscos, cartilago, rodetes articulares, almohadillas grasas, etc. Las superficies de las articulaciones están recubiertas de cartilago hialino, con grosor variable que depende del tipo y la región de la articulación. La función del cartilago es absorber las fuerzas resultantes de la carga y distribuir las sobre la superficie del hueso subcondral, además de disminuir el rozamiento entre superficies óseas.

En los casos de articulaciones rígidas y poco móviles, la ecografía puede valorar muy poca superficie articular, mientras que en articulaciones laxas y muy móviles, como por ejemplo la superficie articular metacarpiana o la rodilla, se podrá acceder a una gran parte de ella.

Cuando observamos mediante ecografía la superficie de una articulación, se puede observar una banda lineal hipoeoica, muy homogénea, que se corresponde con el cartilago hialino. Por detrás de ésta se verá una línea hiperecoica bien definida: el hueso subcondral (**Fig. 2-9**).

Las estructuras fibrocartilaginosas de ciertas articulaciones, como los meniscos, el lábrum acetabular y glenoideo y el fibro-



Figura 2-9. Cartilago y hueso subcondral de tróclea femoral.

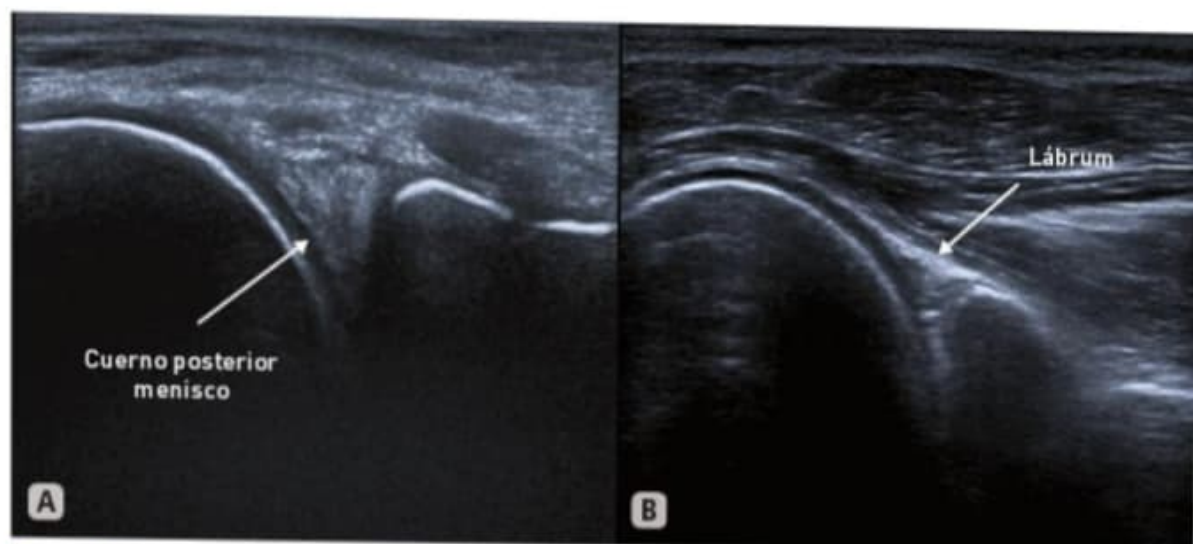


Figura 2-10. A) Cuerno posterior del menisco de la rodilla. B) Lábrum posterior de hombro.

cartilago triangular, se ven como estructuras fibrosas hiperecoicas homogéneas, pero por su localización intraarticular no son valorables en su totalidad, y sólo las porciones más externas serán accesibles al ultrasonido (**Fig. 2-10**).

La membrana sinovial normalmente es demasiado fina para distinguirla con ecografía; sin embargo, ciertas condiciones patológicas pueden engrosarla y hacerla más visible.

✓ En ocasiones observamos una línea hiperecoica muy nítida sobre el cartilago articular; es el denominado signo de cartilago-interfase, que se forma por la fuerte diferencia de impedancias entre dos tejidos. Se produce cuando hay líquido encima del cartilago, y es un signo que puede ayudar a orientarnos hacia una posible rotura del supraespinoso o derrames articulares.

■ ■ BURSAS

Las bursas son estructuras sinoviales, en forma de saco, revestidas por un epitelio que produce líquido, contenido en su interior en una cantidad muy pequeña en condiciones fisiológicas. Esto hace que, en muchos casos, sean estructuras prácticamente virtuales, difíciles de detectar con equipos de gama media, a no ser que sean bursas grandes (subacromio

subdeltoidea) o que contengan líquido de forma habitual (infrarrotuliana profunda). Su función es minimizar el rozamiento y la fricción entre las estructuras deslizantes y superficies más duras sobre las que discurren. Cuando son visibles, se aprecian en la ecografía como una colección de líquido hipoecoica, homogénea y bien delimitada (**Fig. 2-11**).

☹ Que exista contenido líquido en una bursa no implica patología, ya que en condiciones fisiológicas puede visualizarse. Por ello, se deberá completar el estudio con un rastreo contralateral y estar atentos a la sintomatología y los signos clínicos y ecográficos complementarios (Doppler color, grosor de pared, ecogenicidad del contenido, etc.).



Figura 2-11. Bursa infrarrotuliana profunda.

■ ■ ARTERIAS Y VENAS

A pesar de que este libro trata la ecografía musculoesquelética, unas nociones básicas sobre la ecografía de los vasos sanguíneos son necesarias, tanto desde el punto de vista anatómico como a la hora de ayudarnos en ciertos diagnósticos diferenciales.

Algunas afecciones de los vasos simulan patologías musculoesqueléticas y, si no las detectamos de manera precoz, pueden provocar complicaciones potencialmente graves.

Existen cuatro grupos de arterias: las elásticas, las musculares de tamaño medio, las arterias pequeñas y las arteriolas. Las arterias elásticas son las más grandes, y podemos apreciar con facilidad su latido mediante ecografía. Las arterias musculares son de calibre medio y pequeño, con una luz estrecha y unas paredes comparativamente gruesas.

Si se comparan las venas con las arterias, podemos apreciar que las primeras poseen paredes más finas y una luz mayor, y las paredes venosas se colapsan con facilidad. Muchas venas de tamaño pequeño y medio contienen válvulas, que son pliegues laxos de la íntima cuya función es evitar el retroceso del flujo de la sangre.

En condiciones normales, podemos observar las arterias de las extremidades como estructuras pulsátiles. Se localizan con mayor facilidad en el eje transversal, perpendiculares al flujo vascular, y para completar su estudio se colocará la sonda en el eje longitudinal (**Fig. 2-12**).

Se utiliza la misma sistemática para la valoración del sistema venoso: primero en el eje transversal y luego en longitudinal. En las venas más superficiales, conviene realizar escasa compresión con la sonda, ya que presiones mínimas pueden ser suficientes para colapsar las venas. Esta misma característica de compresibilidad es la que se usa para descartar trombosis venosa, ya que su pérdida es el signo más sensible y específico de que está presente.

Otra maniobra de utilidad es la compresión manual distal, por ejemplo en pantorrilla o planta del pie, buscando un aumento del retorno venoso. Con ella se destaca la permeabilidad de las venas entre el punto de compresión y la posición de la sonda.



La maniobra de compresión sobre las venas es la técnica de elección para descartar una trombosis venosa profunda: una vena trombosada no se puede comprimir.

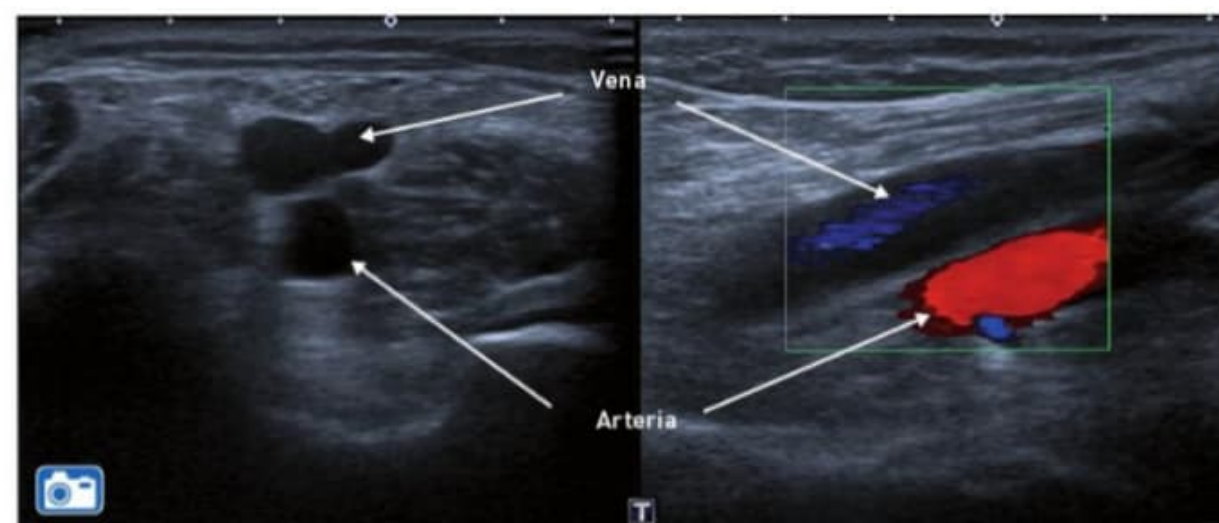


Figura 2-12. Corte longitudinal y transversal de arteria y vena.

RESUMEN



Cualquier estructura situada entre la piel y el hueso es accesible al estudio ecográfico. Para poder profundizar en el diagnóstico de las patologías, se han de conocer a la perfección las imágenes características que se obtienen al estudiar la piel, los músculos, tendones, ligamentos, nervios, bursas, articulaciones, huesos, arterias y venas. Aunque al principio será difícil distinguir las diferentes ecoestructuras, debemos tener en cuenta que cada tejido sigue un patrón peculiar y constante diferente a los demás, de tal forma que la fibrillaridad es única en los tendones y la fascicularidad en los nervios. El tejido subcutáneo, con sus tractos fibroadiposos, se distingue bien del patrón perimisial muscular, y así sucede con el resto de estructuras del organismo. Teniendo en cuenta esta premisa, sólo quedará adaptar nuestro cerebro a este nuevo ojo, que es el ojo ecográfico. Esto se conseguirá explorando a muchos pacientes antes de llegar a una noción real de normalidad, dada la multitud de variaciones existentes. La práctica continua será el mejor maestro.

MATERIAL COMPLEMENTARIO



- **Vídeo 2-3:** Corte transversal del bíceps. Patrón en cielo estrellado.
- **Vídeo 2-5:** Corte longitudinal y transversal del tendón rotuliano.
- **Vídeo 2-6:** Puesta en tensión del ligamento PAA en flexión plantar.
- **Vídeo 2-12:** Corte longitudinal y transversal sobre arteria y vena poplíteas y maniobras de compresión.

■ ■ INTRODUCCIÓN

La patología del manguito rotador es muy frecuente a partir de los cuarenta años de edad, por lo que la ecografía de hombro se ha convertido en una de las exploraciones radiológicas del aparato locomotor más demandadas. Es una de las articulaciones más agradecidas a la ecografía, por ser de localización relativamente superficial, con unas estructuras accesibles al transductor.

■ ■ ANATOMÍA

Los movimientos del hombro se realizan, fundamentalmente, gracias a la sincronización de tres articulaciones: la glenohumeral, la acromioclavicular y la esternoclavicular. Existe otro plano de deslizamiento que hay que mencionar, aunque no se trate propiamente de una articulación: el escapulotorácico.

El hombro es una articulación que ha de combinar un amplio arco de movimiento con estabilidad para realizar, en ocasiones, actividades de fuerza. Esta peculiar combinación de movilidad y estabilidad se consigue gracias a un delicado equilibrio entre huesos, ligamentos, tendones y otras estructuras.

El lábrum articular es un elemento estabilizador que aumenta la superficie de contacto entre la glena y la cabeza humeral.

La cápsula articular cubre la articulación. Posee en su interior áreas diferenciadas engrosadas, que son los verdaderos ligamentos articulares del hombro.

La bursa subacromio subdeltoidea tapiza los tendones del manguito rotador y los protege del roce con el acromion.

La musculatura del hombro juega un rol fundamental en la estabilización, en su faceta dinámica. El equilibrio muscular es preciso y delicado; se altera en casos de patología y participa, de esta manera, en la tendencia a la cronicidad que poseen muchas lesiones tendinosas.

Los músculos más importantes son los del manguito de los rotadores (formado por supraespinoso, infraespinoso, subescapular y redondo menor), la porción larga del bíceps y el deltoides. Otros músculos implicados (aunque de manera secundaria) en la cinética del hombro, son: redondo mayor, trapecio, serrato, romboides, dorsal ancho y pectoral mayor.

■ ■ EXPLORACIÓN ECOGRÁFICA DEL HOMBRO

Para la exploración ecográfica del hombro, es fundamental el conocimiento de la anatomía de esta articulación. Las limitaciones, producidas principalmente por las estructuras óseas de la escápula (acromion, coracoides y clavícula), hacen que el acceso al estudio de las partes blandas dependa en gran medida de maniobras de extensión y rotación interna del hombro. Por lo tanto, la interacción con el paciente es fundamental para el examen ecográfico, ya que deben realizarse diferentes movimientos de flexoextensión y rotaciones. Otras maniobras dinámicas de exploración permitirán provocar rozamientos osteotendinosos o ligamentosos, para poder detectarlos bajo el transductor.

Se comenzará el estudio del hombro describiendo el posicionamiento del paciente; se continuará con la sistemática exploratoria,

para, finalmente, analizar el aspecto ecográfico de las diferentes estructuras.

Es importante sistematizar o estandarizar la exploración del hombro, para no dejar sin estudiar ninguna de las estructuras accesibles y para evitar, en lo posible, el efecto operador-dependiente. La sistemática más frecuente es aquella que explora las diferentes estructuras anatómicas en este orden:

- Tendón de la porción larga del bíceps (TPLB).
- Tendón del pectoral mayor.
- Intervalo rotador.
- Tendón del subescapular.
- Ligamento coracoacromial.
- Tendón del supraespinoso.
- Bursa subacromio subdeltoidea (BSS).
- Tendón del infraespinoso.
- Tendón del redondo menor.
- Lábrum posterior y escotadura supraescapular.
- Articulación acromioclavicular.
- Arco subacromial.

Posicionamiento del paciente y del explorador

Se recomienda que el paciente esté sentado en un taburete, con ruedas y sin respaldo. Dado que la exploración se realiza tanto de forma estática como dinámica, su colocación debe permitir el acceso del médico a toda la circunferencia del hombro, así como el libre movimiento de éste. También se recomienda que el explorador se sitúe algo más elevado que el paciente, para poder efectuar una exploración más cómoda, cuidando la ergonomía.

Sistemática exploratoria

Se han descrito múltiples métodos de exploración, como los de Mack en el año 1988 o Hedtmann, en 1991; pero lo verdaderamente importante es definir una rutina personal, en la que se estudien de forma sistemática las estructuras ecográficas visibles. Probablemente no haya en la ecografía musculoesqueléti-

ca una zona anatómica que soporte mayor grado de variabilidad individual en la exploración, pero lo más importante es aprender esa rutina individual y realizar siempre la sistemática exploratoria completa, que incluya el estudio de todas las estructuras que se describirán más adelante.

Tendón de la porción larga del bíceps (TPLB)

Al igual que sucede en la artroscopia, la porción larga del tendón del bíceps es el punto anatómico central de referencia que nos permite situar exactamente el intervalo rotador y, con ello, las importantes inserciones superior del subescapular y anterior del supraespinoso, dividiendo, por lo tanto, el manguito rotador en sus porciones externa e interna. Por ello, se recomienda comenzar la exploración de hombro con el estudio de esta zona.

La exploración ecográfica comienza, generalmente, con el hombro en posición neutra, con el codo en flexión y la palma de la mano hacia arriba, apoyada en el muslo (**Fig. 3-1**). El transductor se coloca en posición transversal, perpendicular al eje longitudinal del brazo (**Fig. 3-1**, marca azul).

En ligera rotación externa del hombro, se buscan las sombras acústicas que producen



Figura 3-1. Colocación del paciente en la primera posición de estudio. Las marcas de colores representan las distintas posiciones de la sonda.

las dos tuberosidades: la mayor, de forma redondeada, y la menor, más puntiaguda. Entre ellas se aprecia la concavidad de la corredera bicipital, en cuyo interior encontramos una estructura de apariencia circular u ovalada, con el clásico patrón hiperecoico y punteado hipoecoico de los tendones (imagen en «sal y pimienta») que representa el tendón largo del bíceps (Figs. 3-2 y 3-3).

En la zona de la corredera, es frecuente poder apreciar el ligamento transverso del húmero como una lámina delgada hiperecoica que, insertándose en ambos rebordes óseos, fija el tendón (v. Fig. 3-3). Por debajo de éste o lateralmente, se puede observar una imagen puntiforme, anecoica y pulsátil que corresponde a la arteria circunfleja anterior (Fig. 3-4).

Si el paciente no se encuentra en la posición comentada, con la mano en supinación sobre su muslo, al colocar la sonda en la posición indicada no serán visibles ni la corredera bicipital ni el TPLB, porque la rotación humeral será diferente y estará fuera de nuestro campo de visión.

Manteniendo esta posición sobre la corredera bicipital, se desplaza el transductor de forma distal, descendiendo por el brazo hasta

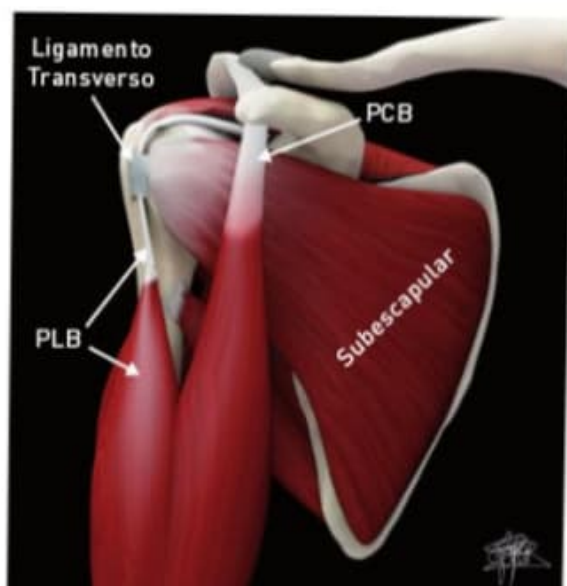


Figura 3-2. Dibujo anatómico de las diferentes estructuras de la cara anterior del hombro. PCB: porción corta del bíceps; PLB: porción larga del bíceps.

encontrar la unión miotendinosa proximal del bíceps, donde se puede apreciar una imagen hiperecoica lineal de unos 2 cm de longitud que la cruza y que corresponde al tendón del pectoral mayor (Figs. 3-1, marca amarilla, y 3-5). Por debajo del tendón del pectoral se observan dos músculos, que corresponden: el más lateral, a la cabeza larga del bíceps y su unión miotendinosa, y medialmente a la cabeza corta del bíceps.

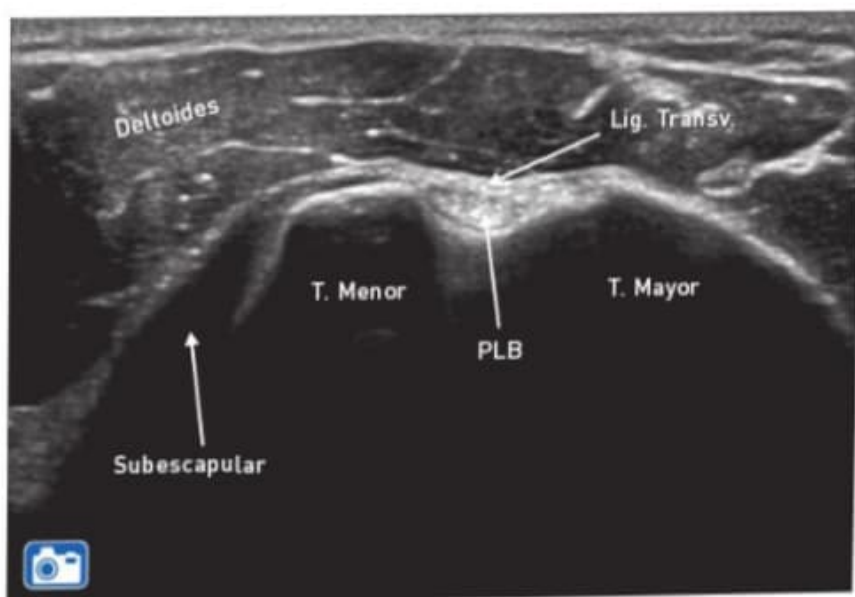


Figura 3-3. Imagen ecográfica transversal en corredera bicipital. PLB: porción larga del bíceps; Lig. Transv.: ligamento transverso.

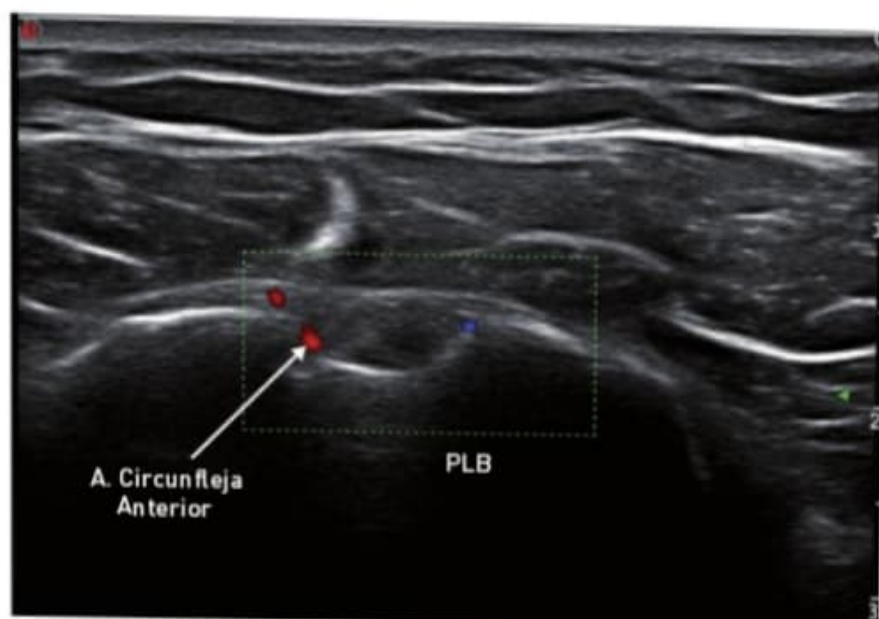


Figura 3-4. Arteria circunfleja anterior. PLB: porción larga del bíceps.



En caso de roturas evolucionadas del tendón de la porción larga del bíceps, en las que exista un contenido ecogénico en la corredera bicipital que puede simular la presencia de tendón, la masa muscular de la porción corta del bíceps se desplazará de forma distal al tendón del pectoral mayor, orientando así el diagnóstico.

Desde la corredera bicipital, también es posible ascender cranealmente para estudiar los dos o tres centímetros intraarticulares del tendón del bíceps. Para ello, se bascula el

transductor 45° , colocando el brazo en extensión máxima, para poder visualizar la imagen hiperecoica ovalada del tendón, situada en contacto directo con el cartilago hialino en profundidad (Figs. 3-2 y 3-6).

Para el estudio longitudinal del tendón del bíceps, se rota el transductor 90° (v. Fig. 3-1, marca blanca). Es importante conseguir un paralelismo entre el tendón y la sonda para evitar la anisotropía; para ello, se realiza una mayor presión con la parte distal de la sonda y menor en la proximal: es la llamada «maniobra punta-tacón». El tendón se visualiza

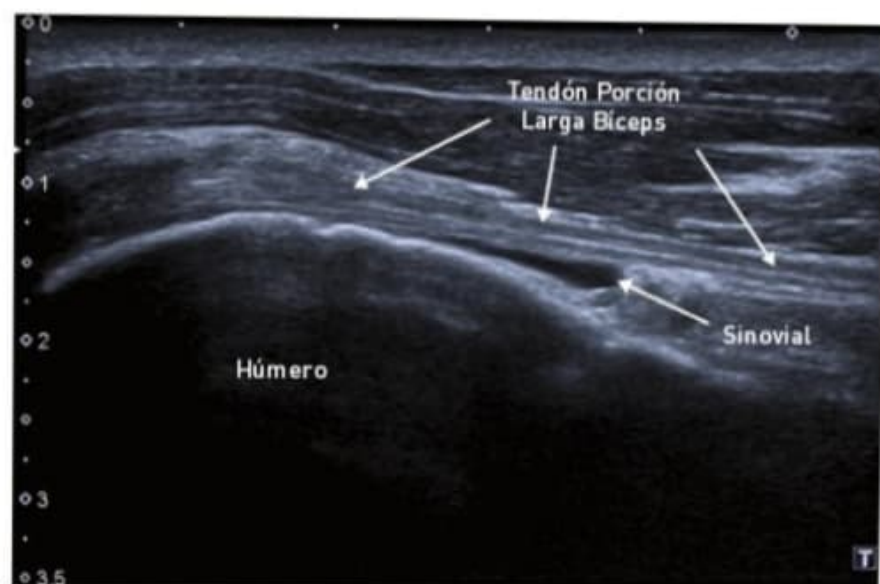


Figura 3-5. Tendón del pectoral mayor, con porción larga del bíceps (PLB) y porción corta del bíceps (PCB).



Figura 3-6. Porción intraarticular del tendón del bíceps.

Figura 3-7. Tendón de la porción larga del bíceps en su eje largo.



con su característica ecoestructura de líneas hiperecoicas e hipoeicoicas paralelas y entrelazadas (patrón fibrilar) (Fig. 3-7). Conviene seguir de forma longitudinal el tendón, distal e incluso proximalmente, hasta su porción intraarticular. Sin embargo, no se puede ver en ecografía la inserción intraarticular en la tuberosidad supraglenoidea y, por lo tanto, no se pueden diagnosticar por este método las lesiones del lábrum superior tipo SLAP.

Intervalo rotador

Es el espacio situado entre el tendón subescapular, por delante, y el tendón del supra-

espinoso, por la parte posterior (Figs. 3-8 y 3-9). En esta zona se localiza el tendón del bíceps, fijado por el ligamento coracohumeral (LCH). Entre el ligamento coracohumeral y el tendón del subescapular se adivina, en ocasiones, el ligamento glenohumeral superior (LGHS). Estos dos ligamentos forman la polea intraarticular del tendón del bíceps, que, junto con el ligamento transverso, lo estabilizan. En ecografía, se aprecia el TPLB hiperecoico, con el tendón del subescapular medial y el del supraespinoso lateralmente. El LCH se ve como una gruesa banda, menos hiperecoica que el TPLB, que va del tendón del supraespinoso al tendón del subescapu-

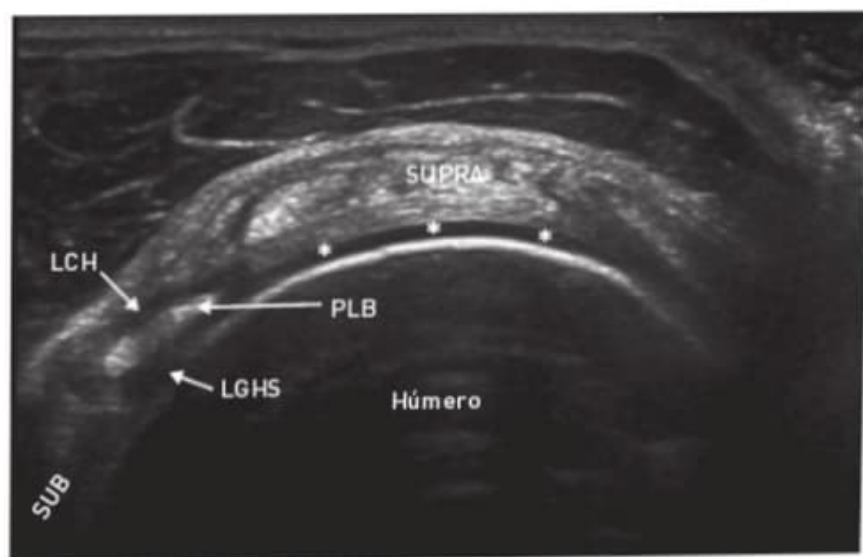


Figura 3-8. Intervalo rotador: PLB: porción larga del bíceps; LCH: ligamento coracohumeral; LGHS: ligamento glenohumeral superior; SUPRA: supraespinoso; SUB: subescapular.

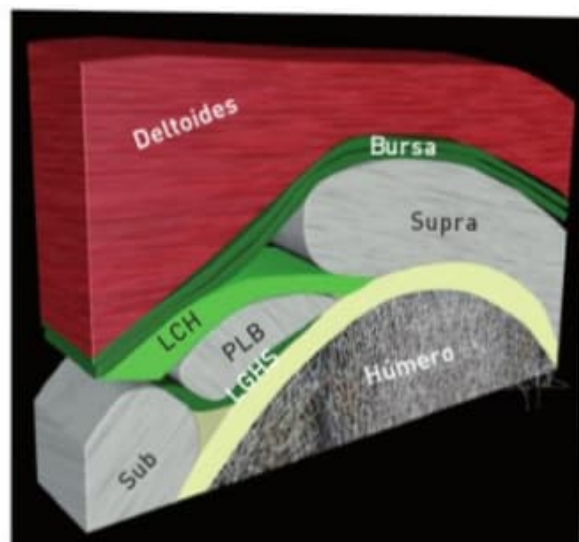


Figura 3-9. Dibujo-esquema del intervalo de los rotadores. LCH: ligamento coracohumeral; LGHS: ligamento glenohumeral superior; PLB: porción larga del bíceps; Supra: supraespinoso; Sub: subescapular.

lar, y por encima del TPLB. Por debajo de éste, y en dirección al tendón del subescapular, se puede ver el LGHS como una estructura triangular, más hiperecoica que el LCH.

Tendón del subescapular

El músculo subescapular se origina en la superficie anterior del cuerpo de la escápula y se inserta en la tuberosidad menor, o troquín, llegando hasta el labio interno de la corredera bicipital. Anatómicamente, este tendón tiene

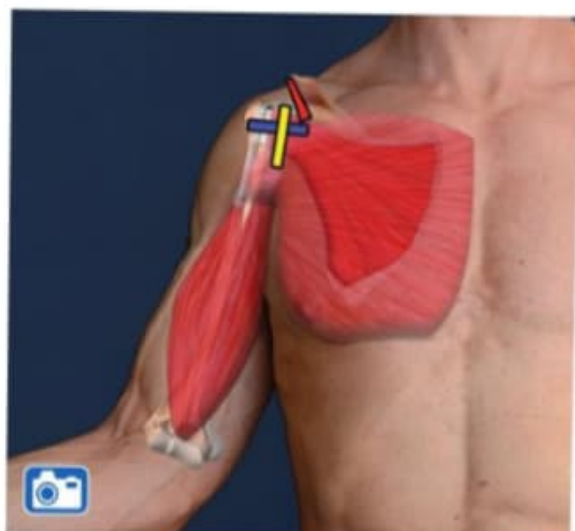


Figura 3-10. Posición para el estudio del tendón del subescapular y marcas de colocación de la sonda.

dos porciones bastante diferenciadas: una porción craneal, más tendinosa, y una porción caudal, más muscular. La huella del subescapular mide aproximadamente 2,2 cm de anchura y 1 cm de longitud (**Fig. 3-2**).

La exploración ecográfica se realiza en rotación externa máxima del brazo, con el objeto de exponer el tendón por fuera de la sombra acústica producida por la coracoides (**Fig. 3-10**, marca azul). El tendón tiene en su eje longitudinal una forma de pico, con una ecoestructura típica fibrilar de los tendones en corte longitudinal (**Fig. 3-11**).

Para estudiar el corte transversal, se rota el transductor 90°, situándolo en el eje longi-



Figura 3-11. Izquierda: Imagen ecográfica del subescapular en eje longitudinal. Derecha: Esquema anatómico a la misma altura. Cor: coracoides; Tub: tuberosidad; Subesc: subescapular; PLB: porción larga del bíceps; Lig. Transv.: ligamento transversal.

Figura 3-12. Tendón subescapular en eje transversal. Cor: apófisis coracoides.



tudinal del brazo (**Fig. 3-10**, marca amarilla) y realizando movimientos de traslación lateral. En este corte, el tendón tiene una ecoestructura heterogénea, con zonas hipoecoicas y ligeramente hiperecoicas bien delimitadas, que representa la unión miotendinosa amplia que tiene (**Fig. 3-12**).

Ligamento coracoacromial

Es un ligamento que, como su nombre indica, va desde la apófisis coracoides hasta la punta del acromion y forma la parte blanda del techo del espacio subacromial, por el que discurren el tendón del supraespinoso, el TPLB y la bursa subacromio subdeltoidea (**Fig. 3-15**).

Partiendo del corte transversal del TPLB, se localiza con un extremo de la sonda la apófisis coracoides, se rota el otro extremo del transductor hacia el acromion, sin perder la primera (v. **Fig. 3-10**, marca roja), y se aprecia una estructura laminar que corresponde a dicho ligamento, que se verá unas veces hiperecoica y otras hipoecoica, dependiendo de la orientación del mismo respecto a la sonda (**Fig. 3-13**).

Es importante comprobar el correcto deslizamiento de los tendones supraespinoso y de la porción larga del bíceps en el espacio subacromial; para ello, se realizan maniobras activas de abducción o rotación del hombro.



Figura 3-13. Ligamento coracoacromial y espacio subacromial. Cor: coracoides. Lig. coracoacr.: ligamento coracoacromial; Supraesp: supraespinoso.



Figura 3-14. Posición de Middleton. Marcas de colocación de la sonda para el estudio del supraespinoso.

Tendón del supraespinoso

El músculo supraespinoso se encuentra en la parte superior del hombro, sobre la fosa supraespinosa; pasa por debajo del acromion y se inserta en la zona superior de la tuberosidad mayor, o troquíter, mediante un tendón

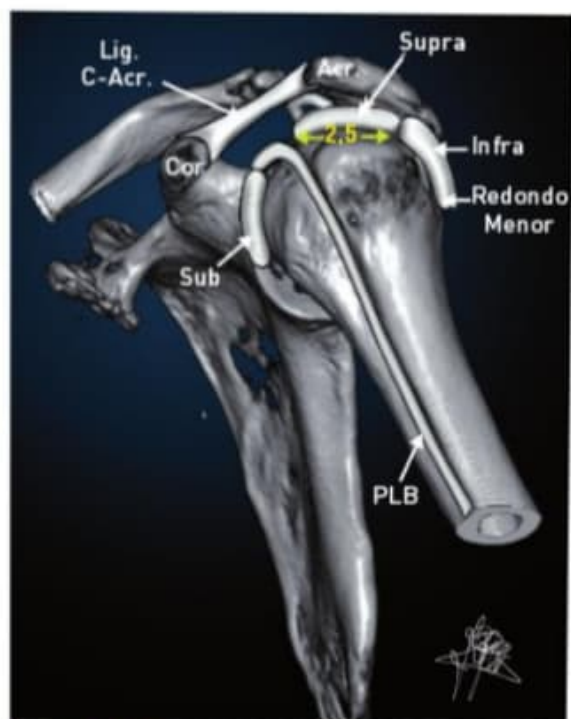


Figura 3-15. Dibujo anatómico de las diferentes estructuras del manguito de los rotadores en eje transversal y su relación con el techo acromial. Acr: acromion; Cor: coracoides; Sub: subescapular; PLB: porción larga del bíceps; Lig c-Acr: ligamento coracoacromial; Infra: infraespinoso; Supra: supraespinoso.

de unos 2,5 mm de anchura y unos 5 mm de espesor (**Fig. 3-16**). Para explorar el tendón del supraespinoso, se solicita al paciente que lleve la mano como si quisiera introducirla en el bolsillo posterior (posición de Middleton o de Crass modificada) (**Fig. 3-14**) o que intente tocarse la punta de la escápula contralateral (posición de Crass), quedando expuesto así el tendón por delante del acromion. La zona del supraespinoso más proclive a lesiones, y por lo tanto la que con más detalle se ha de estudiar, es la que se encuentra adyacente al bíceps.

Otra posibilidad es llevar el hombro a la extensión y realizar rotación interna y externa. Estos movimientos permitirán explorar, tanto pasiva como activamente, el tendón del supraespinoso.

La línea de referencia para el estudio del supraespinoso es la que marca el ligamento coracoacromial. Para exploradores noveles, puede ser de utilidad representar el ligamento dibujando una línea sobre la piel desde la apófisis coracoides hasta el borde anterolateral del acromion.

Para el estudio longitudinal del supraespinoso, el transductor se coloca perpendicular a la línea marcada por el ligamento coracoacromial (**Fig. 3-14**, marca azul). En este corte el tendón simula, al insertarse en la tuberosidad mayor, la forma de un pico de loro. Ecoestructuralmente, se trata de una imagen fibrilar situada entre el músculo deltoides y el reborde óseo de la cabeza humeral (**Fig. 3-16**). Podemos visualizar la longitud

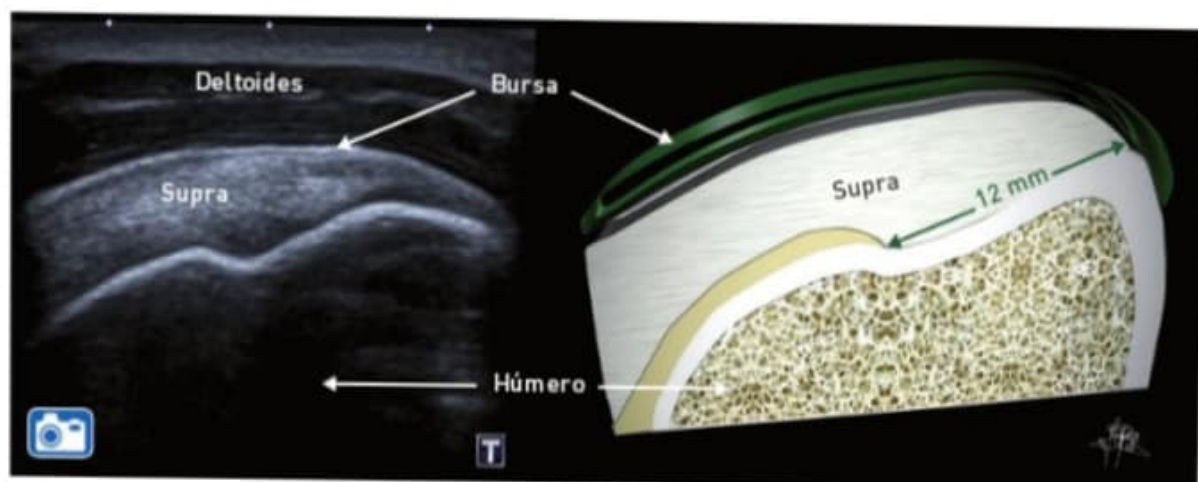


Figura 3-16. Izquierda: Imagen ecográfica del supraespinoso en eje longitudinal. Derecha: Dibujo esquemático del corte. Supra: supraespinoso.

total de la inserción del tendón en la tuberosidad mayor, generalmente de unos 12 mm de media (**Fig. 3-16**). La zona más profunda de la inserción tendinosa, inmediatamente en contacto con el cartilago hialino hipoeoico de la cabeza humeral es la que presenta una mayor dificultad a la exploración debido a su morfología convexa. Se debe prestar especial cuidado en la identificación de esta zona y no confundir lesiones parciales con su frecuente anisotropía. Una vez identificado el corte exacto del tendón, es preciso realizar barridos anteroposteriores en su totalidad,

teniendo en cuenta sus 2,5 cm de anchura, y también que se entrelaza con la inserción del infraespinoso, muy difícil de separar e incluso de identificar ecográficamente.

Para el estudio transversal del supraespinoso, el transductor se coloca paralelo al ligamento coracoacromial (**Fig. 3-14**, marca roja). En cortes transversales, el tendón presenta una forma característicamente convexa, de unos 4-5 mm de espesor, que asemeja la rueda de un coche formada por ecos de mediana intensidad, de mayor ecogenicidad que el músculo deltoides, situado superficialmente (**Fig. 3-17**).



Figura 3-17. Imagen «en rueda» correspondiente al supraespinoso en eje transversal.

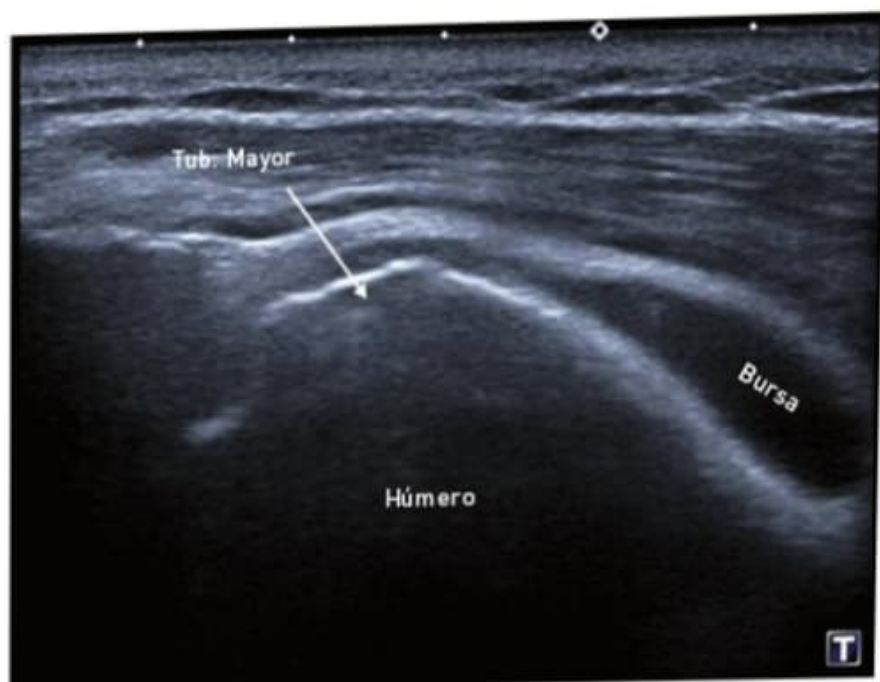


Figura 3-18. Bursitis con líquido en la bursa visible en el fondo de saco.

El plano fronterizo de la fascia subdeltoidea y la bolsa subacromial produce una línea ecoica de reflexión que representaría la superficie de rodamiento de la cubierta. El tendón del supraespinoso se corresponde con la cámara de la rueda, y la llanta con la sombra acústica del húmero. Como ya se ha comentado, en la inserción no es posible

distinguir el tendón supraespinoso del infraespinoso. Para determinar la extensión del primero, se miden 2,5 cm desde su porción más anterior, próxima al bíceps, formando el límite posterior del intervalo rotador, de tal forma que, a partir de dicha medición, se considerará ya tendón del infraespinoso (**Fig 3-15**). Para una correcta valoración, se



Figura 3-19. Izquierda: Posición exploratoria de mitad posterior del infraespinoso y redondo menor, con marcas de posición de la sonda. Derecha: Esquema de los músculos infraespinoso y redondo (Red. Menor).

deben realizar barridos en sentido de medial a lateral, partiendo desde la porción articular (fácilmente identificable por el cartilago hialino, que se sitúa en profundidad) hasta la inserción más lateral del tendón, donde, por su progresivo adelgazamiento, es más difícil de apreciar.



Cuando se estudie el supraespinoso en el eje transversal, es importante realizar barridos continuos y exhaustivos con el transductor, tanto laterales como anteroposteriores, a lo largo de toda su inserción. De otro modo, muchas roturas parciales, e incluso de espesor completo pero poco extensas, pasarán desapercibidas.

Bursa subacromial

El estudio transversal y longitudinal del manguito rotador permite también valorar la bursa subacromial. Tanto en cortes transversales como en longitudinales, se aprecia una imagen hiperecoica entre el músculo deltoideos y el tendón del supraespinoso con un grosor inferior a los 2 mm que corresponde a la bursa (Figs. 3-16 y 3-17). Ésta contiene un espacio virtual en su interior. Es importante, en el corte longitudinal (que coincide con el del tendón supraespinoso), alcanzar con la sonda el límite distal, para detectar eventuales cantidades pequeñas de líquido, sólo visibles en las zonas de declive (Fig. 3-18).



En algunos casos es difícil distinguir la bursa del tendón supraespinoso. Si se solicitan movimientos de rotación al paciente, será más evidente su separación, ya que el tendón del supraespinoso se moviliza, mientras que la bursa permanece en su sitio.

Tendón del infraespinoso y del redondo menor

El músculo infraespinoso tiene su origen en la fosa infraespinosa, en la cara posterior

del hombro. Se inserta en el troquíter, continuando posteriormente la inserción del supraespinoso (Fig. 3-19). Por lo tanto, para valorar con ecografía su porción anterior, se mantiene la misma posición del supraespinoso (Fig. 3-14) y se continúa la exploración en dirección posterior, siguiendo el infraespinoso hasta que se pierda bajo el acromion.

La mitad posterior del tendón del infraespinoso se valora desde la zona posterior. Para su estudio, se posiciona el brazo en máxima aducción y rotación interna, solicitando al paciente que coloque la mano sobre el hombro contrario (Fig. 3-19).

Se palpa la espina de la escápula y se coloca el transductor paralelo a ella, justo por debajo, hasta encontrar la sombra acústica de la tuberosidad mayor (Fig. 3-19, marca azul). Realizando movimientos de rotación interna y externa, es posible visualizar sin dificultad, en el eje longitudinal, la inserción del infraespinoso en la tuberosidad mayor del húmero (Fig. 3-20). Descendiendo el transductor en esta misma posición (Fig. 3-19, marca amarilla), se procederá a explorar músculo y tendón del redondo menor, que se lesiona con menos frecuencia (Fig. 3-21). Se podrá distinguir entre infraespinoso y redondo menor valorando la unión miotendinosa: en el infraespinoso se encuentra en posición central, y en el redondo menor, más superficial al músculo. Característicamente, el tendón del infraespinoso tiene una disposición similar a la del subescapular. Sus fibras tendinosas se sitúan en una posición más profunda, mientras que la porción muscular abraza en superficie al tendón.

Rotando la sonda 90° (Fig. 3-19, marca roja), es posible también explorar los tendones del infraespinoso y del redondo menor en el corte transversal, e incluso diferenciar sus vientres musculares separados (Fig. 3-22).

Lábrum y nervio supraescapular

El lábrum anterior es, por su profundidad, poco visible, por lo que sus lesiones, de forma similar al menisco, son muy difíciles de reconocer. Por ello, la exploración del

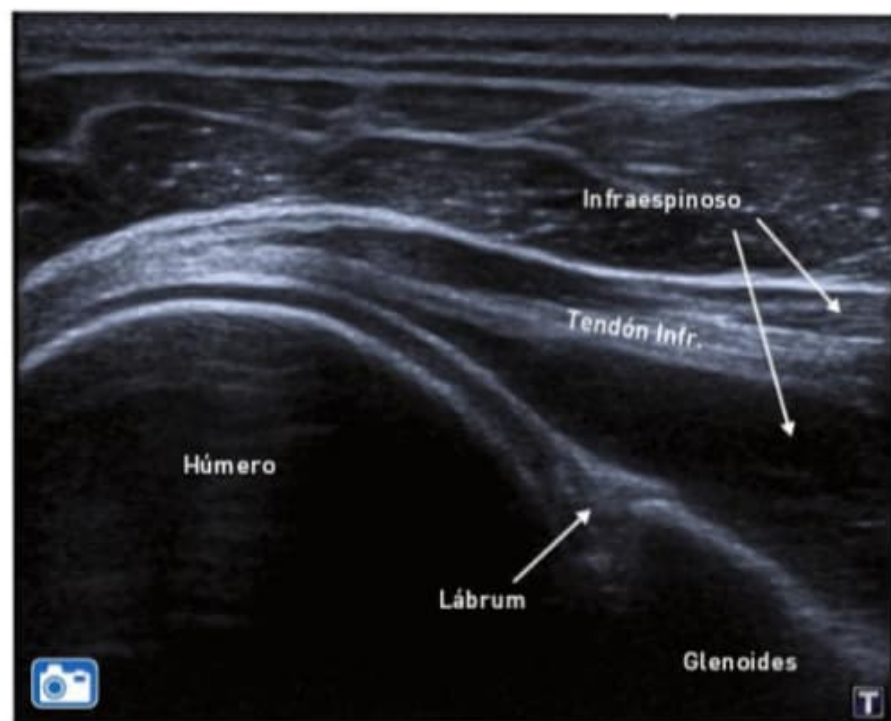


Figura 3-20. Infraespinoso en eje largo. Acceso posterior.

labrum anterior no se considera una exploración rutinaria de la ecografía. Otras zonas del labrum, sobre todo posteriores, se pueden explorar ecográficamente. Para ello, desde la misma posición en la que exploramos el tendón del infraespinoso y desplazando la sonda hacia la parte interna, podemos

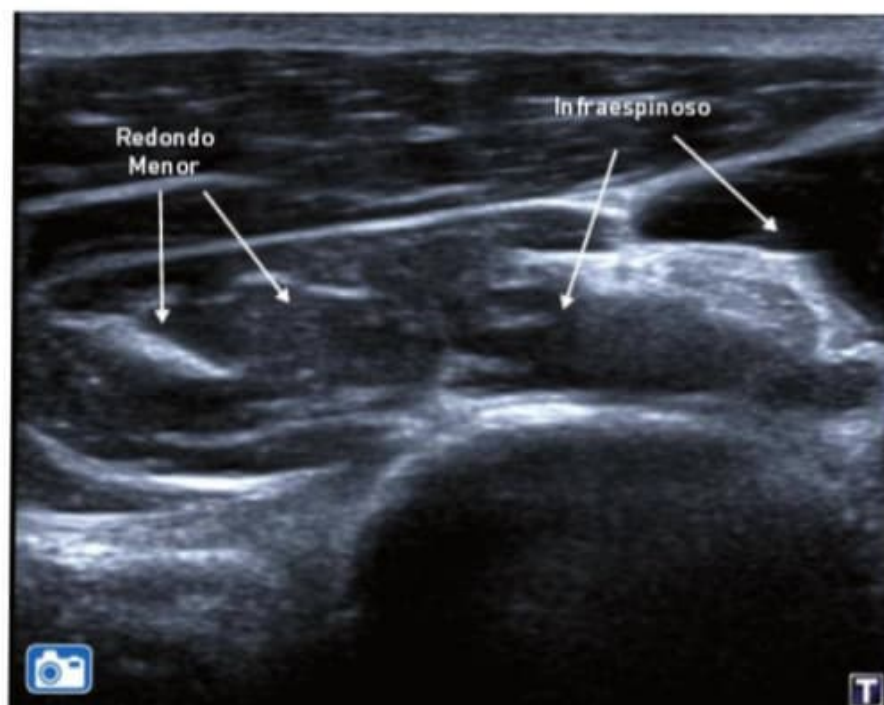
ver la articulación escapulohumeral y, entre la cabeza humeral y la glenoides, reconocer un triángulo hiperecoico que corresponde al labrum (**Fig. 3-20**).

El nervio supraescapular también es difícil de explorar con ecografía, dado que la clavícula oculta su tronco principal en la escota-



Figura 3-21. Redondo menor en eje largo.

Figura 3-22. Músculos infraespinoso y redondo menor en eje corto.



dura escapular, bajo el ligamento coracoideo. En esta zona, el nervio se divide en una rama superior, que inerva al músculo supraespinoso y que puede ser apreciable, aunque con cierta dificultad, desde la ventana situada entre la espina de la escápula y la clavícula en posición craneal; y una rama inferior, que

inerva al músculo infraespinoso, localizable por vía posterior. Para ello, manteniendo la misma postura en la que se exploran el infraespinoso y el lábrum posterior, se identifica la escotadura espinoglenoidea (**Fig. 3-23**), por la que discurre la arteria supraescapular, que se puede resaltar utilizando el Doppler



Figura 3-23. Escotadura espinoglenoidea y nervio supraescapular.



Figura 3-24. Imagen ecográfica de la articulación acromioclavicular.

color. A su lado se encuentra el nervio supraescapular, de difícil visualización. En esta zona no es rara la presencia de quistes sinoviales o gangliones que producen una compresión del nervio supraescapular. Estos, generalmente, están asociados a roturas del lábrum, y es importante efectuar una maniobra de rotación externa del hombro para descartarlos, ya que muchas veces en rotación interna no se ven.

Articulación acromioclavicular

Se trata de una articulación de tipo diartrosis, de localización subcutánea. La cápsula se encuentra reforzada por los ligamentos superior e inferior. Guarda una estrecha relación con el paso del supraespinoso inmediatamente por debajo, de tal manera que, ante la presencia de osteofitos en casos de artrosis avanzadas, se favorece el pinzamiento subacromial. Para estudiar esta articulación, se coloca el hombro en posición neutra, con el brazo colgando a lo largo del cuerpo. Se debe explorar con abundante gel para paliar la falta de contacto entre sonda y piel. Hay que identificar las superficies del acromion más lateral y de la clavícula, más medial. Es importante analizar la ecoestructura de la cortical de ambos huesos, que ha de ser lisa y sin irregularidades. Entre ellos se puede apreciar la cápsula articular, con el ligamento acromioclavicular como una banda

más ecoica que la cavidad articular entre ambos (**Fig. 3-24**). Es importante que no esté abombada, ya que indicaría un derrame intraarticular. Hay que medir y comparar con el lado contrario la distancia entre la clavícula y el acromion, para descartar luxaciones y subluxaciones.

Exploración dinámica: arco coracoacromial

El arco compuesto por el ligamento coracoacromial y el acromion conforma una estructura rígida bajo la que se desliza el manguito rotador. Es posible explorar con



Figura 3-25. Maniobra para reproducir conflicto subacromial y posición de la sonda.

ecografía el hombro en movimiento, lo que permite apreciar resaltes tendinosos en este recorrido.

Para la exploración dinámica, posicionamos el transductor por encima del acromion, apreciando su borde lateral y la inserción del supraespinoso. Desde esta posición, se soli-

cita al paciente que, con el codo extendido, mueva activamente el hombro en flexión y abducción, para valorar el comportamiento dinámico del manguito rotador externo y el acromion (**Fig. 3-25**). También es posible realizar esta maniobra de forma pasiva, moviendo el examinador el brazo del paciente.

RESUMEN



- Este capítulo ha abordado la anatomía ecográfica del hombro, permitiendo al lector distinguir la mayoría de sus estructuras.
- El hombro es una articulación accesible y cómoda de explorar. Probablemente sea la articulación más demandada en las exploraciones ecográficas, por la frecuencia de sus lesiones tendinosas. La posibilidad de realizar una exploración dinámica en tiempo real hace de ella una herramienta valiosísima que nos permite estudiar el hombro prácticamente en su totalidad.
- El tendón supraespinoso es la estrella, por su alta participación y afectación en casi todos los procesos que implican a esta articulación, pero no se ha de olvidar la alta especificidad exploratoria del resto de los componentes del manguito y de la articulación acromioclavicular; esto hace innecesaria muchas veces la realización de otras pruebas más costosas e incómodas para el paciente. Sin embargo, ciertas patologías, como las inestabilidades o las lesiones del lábrum, se escapan a esta técnica, siendo necesarios para detectarlas una RMN (con o sin contraste) o un artroTAC.

MATERIAL COMPLEMENTARIO



- **Vídeo 3-3:** Imagen en eje corto de PLB desde la corredera hasta pasar el tendón del pectoral mayor. Posteriormente en eje largo.
- **Videos 3-10 y 3-11:** Subescapular en eje largo con la coracoides y en eje corto.
- **Vídeo 3-13:** Maniobras de rotación del manguito por debajo el ligamento coracoacromial.
- **Videos 3-16 y 3-17:** Supraespinoso en eje longitudinal y transversal.
- **Videos 3-20, 3-21 y 3-22:** Infraespinoso en eje largo, redondo menor en eje largo y vientres musculares de ambos en eje corto con su tendón intramuscular.
- **Vídeo 3-25:** Maniobra para reproducir el conflicto subacromial.

■ ■ INTRODUCCIÓN

La región del brazo comprende desde la articulación del hombro hasta la del codo. Contiene potentes vientres musculares, con tendones que implican en algunas ocasiones a ambas articulaciones y en otras a sólo una de ellas, contribuyendo a sus complejos movimientos.

Se pueden considerar para el estudio del brazo tres zonas anatómicas: un compartimento anterior y otro posterior (separados entre sí por el húmero y los tabiques intermusculares lateral y medial), y el tercer compartimento es el vasculonervioso, que se halla en una división del tabique intermuscular medial, entre el bíceps (por su cara anterior) y el tríceps (en la posterior), donde se alojarán los nervios mediano y cubital, la arteria braquial y las venas (Fig. 4-1).

El anterior es el compartimento flexor, que aloja tres músculos: el coracobraquial, el bí-

ceps y el braquial, además del nervio musculocutáneo.

El compartimento posterior es el extensor, y aloja al tríceps braquial y al nervio radial.



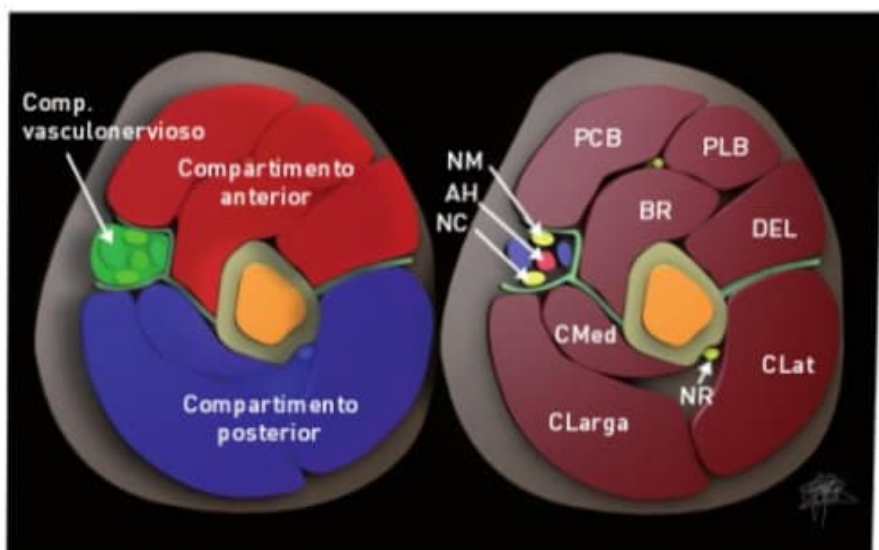
La zona del brazo es el mejor sitio del organismo para la exploración ecográfica. Puede ser visualizado en su totalidad, al carecer por completo de zonas de sombra acústica. Presenta el inconveniente de que se ha de conocer muy bien la anatomía regional.

■ ■ COMPARTIMENTO ANTERIOR

En el compartimento anterior, como ya se ha comentado, existen tres músculos: el coracobraquial, el bíceps braquial y el braquial.

El coracobraquial es un músculo corto, en forma de banda, que se inserta en la apófisis coracoides. Hay que recordar que aquí tam-

Figura 4-1. Esquema anatómico de los compartimentos del brazo en corte axial. NM: nervio mediano; AH: arteria humeral; NC: nervio cubital; PCB: porción corta del bíceps; PLB: porción larga del bíceps; BR: braquial; DEL: deltoide; CMed: cabeza medial del tríceps; CLarga: cabeza larga del tríceps; CLat: cabezalateral del tríceps; NR: nervio radial.



bién se insertan el pectoral menor (medial) y la porción corta del bíceps (lateralmente). De manera distal se inserta, mediante un tendón plano, en la mitad de la diáfisis humeral. Queda perforado por el nervio musculocutáneo, que lo inerva y permite reconocerlo al ser atravesado por él.

El bíceps braquial es un músculo largo y fusiforme formado por dos vientres musculares, la cabeza larga y la corta. Consta de dos tendones proximales: uno corresponde a la cabeza larga, que se inserta en el tubérculo supraglenoideo de la escápula, y el otro a la corta, que, como se ha visto, se inserta en la apófisis coracoides, junto al músculo coracobraquial y lateral a él, con un tendón más largo que el coracobraquial, pero más corto que el de la porción larga. Los dos vientres musculares convergen en uno fusiforme formando el músculo bíceps, que se coloca encima del músculo braquial para acabar en un grueso tendón que, tras pasar por encima de la cápsula de la articulación del codo, se

inserta de una manera compleja, mediante un largo cordón que gira en profundidad para alcanzar la parte posterior de la tuberosidad radial, y queda separado de ella por la bursa bicipitorradial. De la parte más distal y superficial del vientre muscular nace la aponeurosis bicipital (*lacertus fibrosus*), que se dirige de forma medial para fusionarse distalmente con la fascia superficial, la cual envuelve al pronador redondo y a los flexores del antebrazo. Esta estructura confiere estabilidad en la flexura del codo a la arteria braquial y al nervio mediano.

El músculo braquial se origina en la mitad de la cara anterior del húmero y en los tabiques intermusculares, para descender profundo al bíceps y más distal al mismo, y terminar en un tendón corto que se inserta en la apófisis coronoides y en la tuberosidad del cúbito (Fig. 4-2).

Para realizar la exploración ecográfica del compartimento anterior, se coloca al paciente sentado, con el brazo estirado apoyado

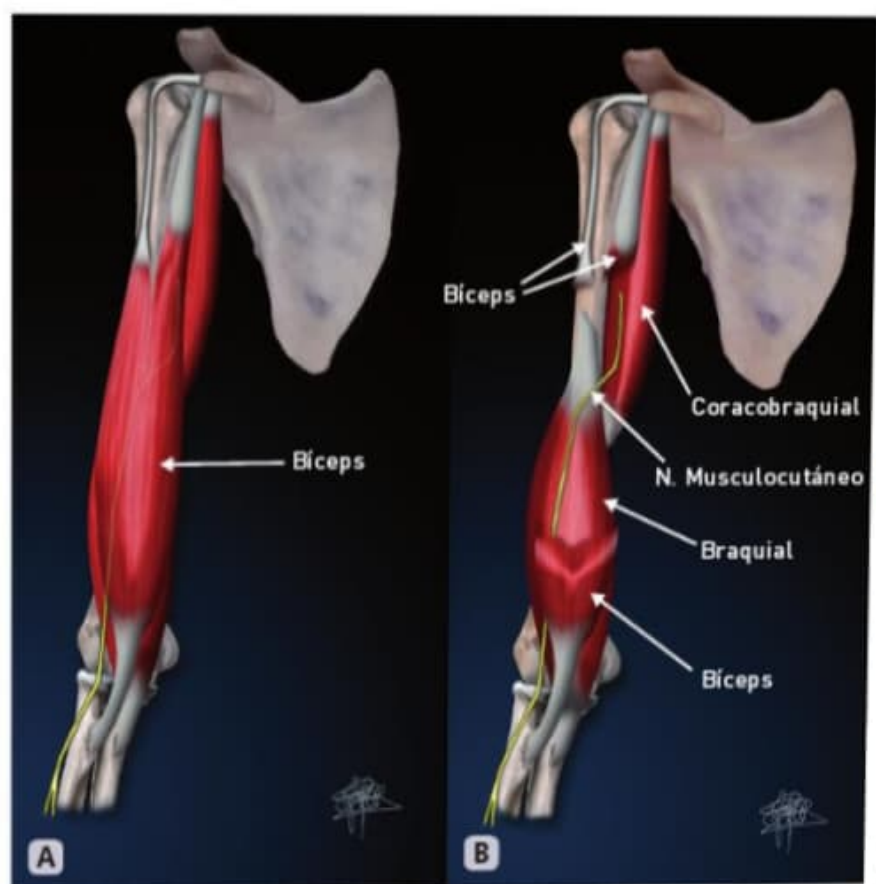


Figura 4-2. Dibujo anatómico de la musculatura del compartimento anterior del brazo. A) Normal. B) Se ha borrado parte del bíceps para apreciar la musculatura profunda. El nervio musculocutáneo perfora el coracobraquial para pasar entre braquial y bíceps, hasta salir como cutáneo lateral del antebrazo.



Figura 4-3. Posición de estudio de la cara anterior del codo. Se realizarán cortes transversales y longitudinales, de arriba abajo y de lateral a medial.

sobre la camilla, con una discreta rotación externa (**Fig. 4-3**). En ocasiones, se puede optar por realizar la exploración en decúbito supino, con el brazo en abducción.

Se empieza el examen colocando la sonda en transversal, en la unión entre el tercio medio y distal del brazo en el centro (**Fig. 4-3**, marca roja), hasta localizar como marcador ecográfico el tendón intramuscular del bíceps. Se trata de una fina banda hiperecoica, en forma de ola o de gaviota, sobre la cual se desplaza la sonda distalmente para observar la formación del tendón bicapital. Una vez conformado el tendón como una gruesa imagen ecoica ovalada, se puede observar la masa muscular más profunda entre el tendón y la cortical humeral, que se corresponde con el músculo braquial (**Figs. 4-3**, marca roja, y **4-4**).



Figura 4-4. A) Corte transversal en el tercio distal de brazo. Se observa la imagen intramuscular del tendón del bíceps (TB). B) Corte transversal hacia la flexura, el tendón del bíceps va adquiriendo morfología ovalada. C) Corte más distal, en el que se observan el tendón del bíceps distal (TB), la arteria braquial (AB) y el nervio mediano (NM). NR: nervio radial.



Figura 4-5. Imagen ecográfica de la zona medial proximal del brazo, donde se visualizan el tendón de la porción corta del bíceps (PCB), el músculo coracobraquial (CB), el subescapular (Subesc) y el cartílago humeral (*). **Izquierda:** posición de la sonda.

Partiendo de nuevo desde la posición inicial, si se desplaza la sonda proximalmente y se mantiene transversal, se observan la división del bíceps en sus dos vientres musculares y la formación de sus respectivos tendones. Siguiendo de forma proximal la porción larga del bíceps, se observa el tendón alojado en la corredera, y medialmente aparece el subescapular; para su mejor visualización, se realiza una rotación externa. Por encima de él, se aprecia la apófisis coracoides, con su forma característica y su sombra acústica. Una vez localizada la apófisis coracoides, con un

desplazamiento distal se visualiza el nacimiento conjunto del coracobraquial y de la cabeza corta del bíceps, y siguiendo el trayecto hacia distal se ve la aparición del vientre muscular del coracobraquial, por debajo del deltoide y superficial al subescapular (**Fig. 4-5**).

A este nivel, comienza a observarse la porción muscular de la cabeza corta del bíceps, que distalmente se une con la cabeza larga. Se rota la sonda 90° sobre la apófisis coracoides para observar el tendón de la porción corta del bíceps y del músculo coracobraquial en longitudinal (**Fig. 4-6**).

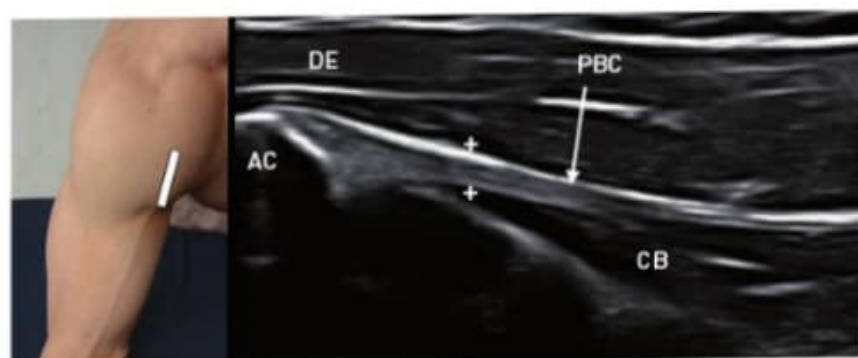


Figura 4-6. Imagen longitudinal del tendón de la porción corta del bíceps (PBC) insertándose en la apófisis coracoides (AC). Por debajo el coracobraquial (CB) y por encima el deltoide (DE). **Izquierda:** posición de la sonda.

De forma más distal, se identifica el nervio musculocutáneo en el interior del músculo coracobraquial y, lateral a él, el inicio de los dos vientres musculares del bíceps braquial. El nervio sigue su trayecto entre braquial y bíceps braquial, atravesando la aponeurosis superficial y emergiendo al tejido subcutáneo como nervio cutáneo lateral del antebrazo. Inerva a todos los músculos del compartimento anterior. En la cara anterolateral del brazo, se observa la vena cefálica, que discurre entre el tejido subcutáneo y el músculo bíceps.

■ COMPARTIMENTO POSTERIOR

En la cara posterior del brazo se encuentra el músculo tríceps braquial, ocupando su totalidad. Consta de tres cabezas: larga, medial y lateral.

La cabeza larga se inserta de forma proximal con un fuerte tendón en el tubérculo infraglenoideo de la escápula. Su vientre muscular desciende entre los músculos redondo mayor y menor, conformando los espacios triangular y cuadrangular, para unirse distalmente a las cabezas lateral y medial. Éstas nacen de la porción posterior de la diáfisis humeral; la primera lateral, la segunda medial al surco radial. La cabeza medial es profunda en relación con las otras, y queda totalmente cubierta. Estas tres cabezas confluyen en un fuerte tendón aplanado que se inserta en la parte posterior del olécranon. La cabeza medial guarda una inserción directa en el olécranon (Fig. 4-7).

El nervio radial se aloja también en el compartimento posterior, e inerva a los músculos supinadores y extensores de la extremidad superior. Una vez que abandona la axila, el nervio discurre junto a la arteria braquial por el margen posterolateral de la diáfisis humeral, entre las cabezas medial y lateral del tríceps (Fig. 4-1). Alcanza el surco espiral junto a la arteria braquial profunda y la vena braquial para, a continuación, salir al compartimento anterior, atravesando el tabique intermuscular lateral entre el músculo braquial y supinador largo (Fig. 4-8).

Para realizar el estudio ecográfico de la cara posterior del codo, se coloca al paciente sentado de espaldas al explorador, apoyando la palma en la camilla y con una discreta flexión del codo (Fig. 4-9).

Se comienza con imágenes transversales, aproximadamente en la mitad del brazo, para encontrar el tendón intramuscular que separa las cabezas larga y lateral, quedando la medial profunda a las dos anteriores. Si se desplaza la sonda de manera distal, se observa la confluencia de todas las fibras en el tendón tricéptico, situándose éste excéntrico a la fosa olecránica hasta insertarse en el olécranon. Desde esta posición, se gira el transductor para colocarlo en el eje longitudinal y valorar así las fibras del tríceps, abriéndose ligeramente en abanico hacia la unión miotendinosa (Fig. 4-10).

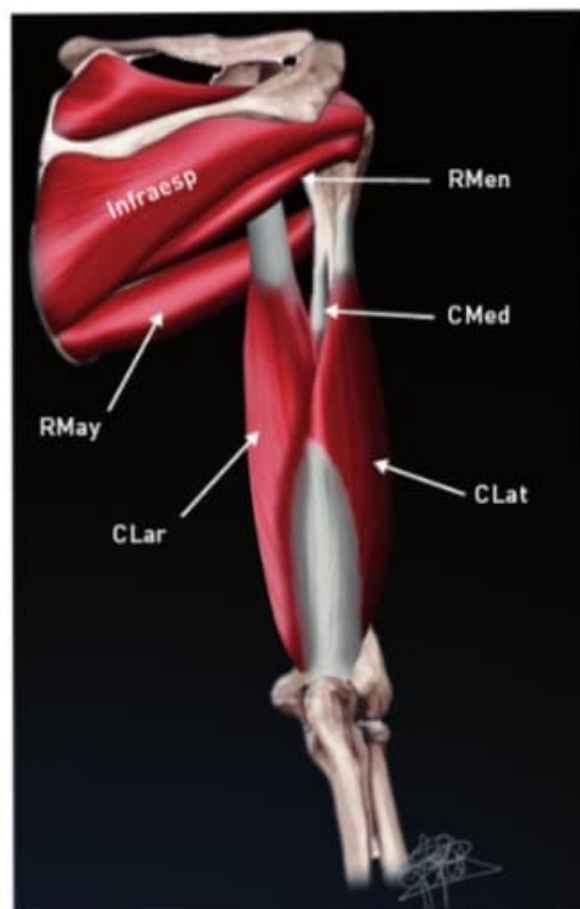


Figura 4-7. Dibujo anatómico de los vientres musculares del tríceps hasta su inserción en el olécranon. Infraesp: infraespinoso; RMen: redondo menor; RMay: redondo mayor; CMed: cabeza medial; CLat: cabeza lateral; CLar: cabeza larga.

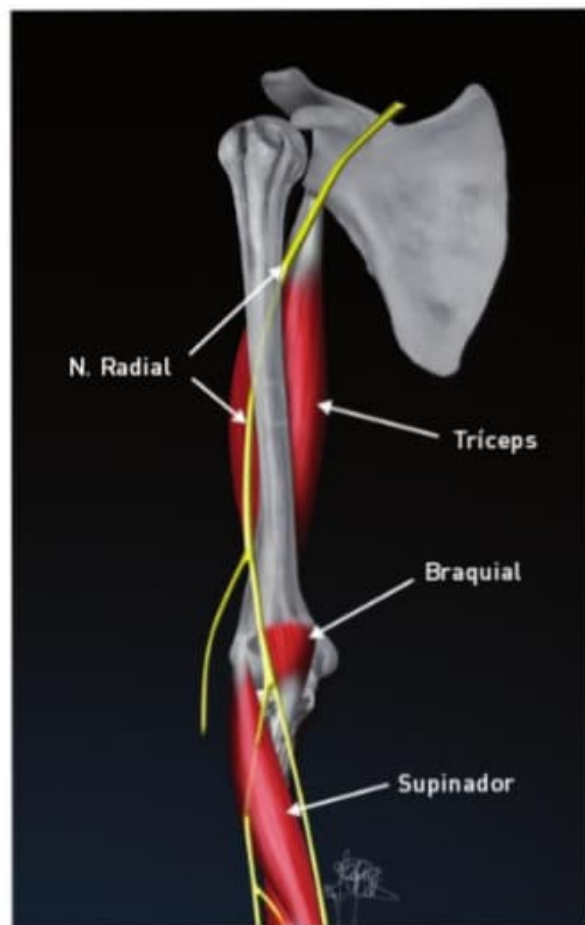


Figura 4-8. Dibujo anatómico del recorrido del nervio radial.

Desde esta posición, rastreando desde medial a lateral el tríceps, se valoran también sus inserciones proximales.

Para estudiar el nervio radial, se localiza la diáfisis humeral en la unión entre el tercio proximal y medio, en su zona posterolateral. Aquí se puede observar la sección ovalada del nervio dentro del surco, junto a la arteria braquial profunda (**Fig. 4-11 A**). Siguiendo su recorrido distal por la cara lateral hacia la flexura del codo, entre braquiorradial y braquial se observa cómo se divide el nervio en interóseo posterior y radial superficial (**Fig. 4-11 B**).



Es más fácil el estudio de los diferentes músculos siguiendo el transcurso de los vasos y nervios utilizándolos como marcadores ecográficos.



Figura 4-9. Posición de estudio de la cara posterior del codo.

■ COMPARTIMENTO VASCULONERVIOSO

En la zona medial del brazo, en el compartimento vasculonervioso, se estudian la arteria y vena braquial, la vena basilíca y los nervios mediano y cubital (**Fig. 4-12**). Este compartimento, como se ha visto anteriormente, está formado por una división del tabique intermuscular medial, en una lámina sobre el bíceps y otra sobre el tríceps (v. **Fig. 4-1**). El paquete vasculonervioso desciende por la fosa bicipital, por debajo de la aponeurosis. Más distal, el nervio mediano cruza por encima de la arteria humeral, para hacerse medial en la flexura del codo. El nervio cubital, que se encuentra por detrás de la arteria humeral, atraviesa el tabique intermuscular medial para pasar al compartimento posterior, estrechamente ligado a la cabeza medial del tríceps hasta alcanzar el túnel cubital (**Fig. 4-12**).

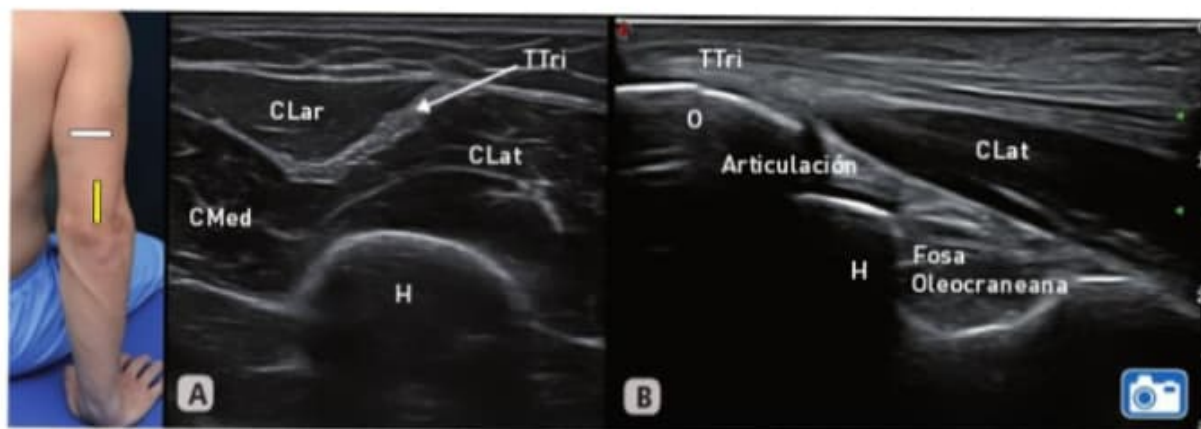


Figura 4-10. Imágenes ecográficas del tríceps. **A)** Corte transversal en el tercio medio del brazo. **B)** Corte longitudinal en inserción distal en olécranon. TTri: tendón del tríceps; H: húmero; CLar: cabeza larga del tríceps; CLat: cabeza lateral del tríceps; CMed: cabeza medial del tríceps; O: olécranon. **Izquierda:** marcas de la localización de la sonda.

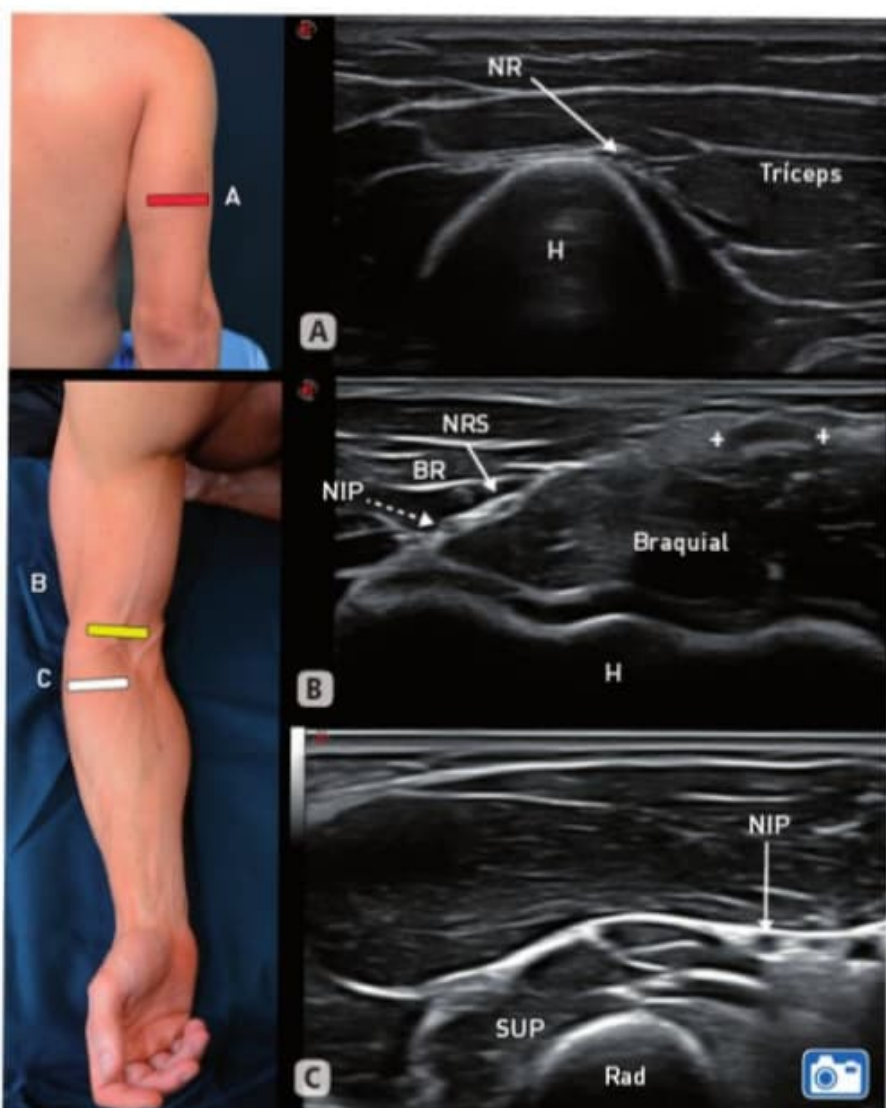


Figura 4-11. Imagen ecográfica del transcurso del nervio radial. **A)** Nervio radial en el canal de torsión humeral. **B)** Nervio radial en la flexura del codo [NR] con sus ramas motora [--->] y sensitiva [—>] en la fascia de separación de los músculos braquiorradial (BR) y braquial. **C)** Rama motora del nervio radial entrando en el supinador corto. NIP: nervio interóseo posterior; NRS: rama sensitiva del nervio radial; SUP: supinador corto; H: húmero; tendón del bíceps [+]; Rad: radio.

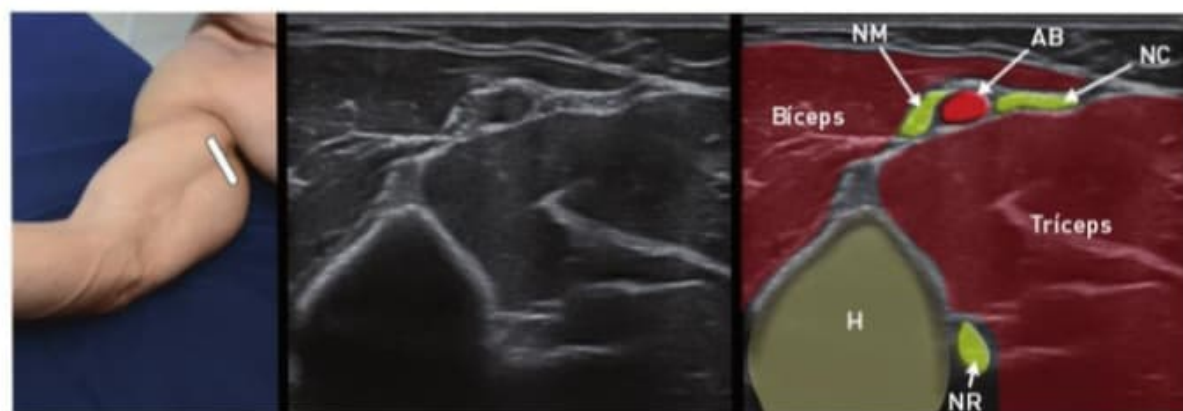


Figura 4-12. Imagen ecográfica del compartimento vasculonervioso. NM: nervio mediano; AB: arteria braquial; NC: nervio cubital; NR: nervio radial; H: húmero.

RESUMEN



- Si bien la patología intrínseca del brazo es poco frecuente, es una continuación de las articulaciones del hombro y del codo, que sí se lesionan a menudo. Además, aloja todas las estructuras nerviosas que llegan al antebrazo y la mano desde el plexo braquial. Por ello, el conocimiento básico de su anatomía es necesario.
- Utilizando como referencias el tendón del bíceps para la cara anterior y el del tríceps para la posterior, con paciencia se podrán ir descubriendo todas las estructuras importantes. También los nervios que lo atraviesan pueden ser fácilmente rastreables en todo su recorrido y ser utilizados como marcadores de las estructuras que los circundan. El radial (en el canal de torsión del húmero), el musculocutáneo (perforando el coracobraquial, para viajar entre bíceps y braquial y ascender a subcutáneo), el mediano (en la fosa bicipital y flexura del codo), y el cubital (atravesando el tabique hacia el compartimento posterior y el canal epitrocleoolecraneano), son los máximos exponentes del plexo braquial en esta región.

MATERIAL COMPLEMENTARIO



- **Vídeo 4-4:** Bíceps distal en eje corto con arteria braquial.
- **Vídeo 4-10:** Tendón del tríceps transversal y longitudinal hasta su inserción en olécranon.
- **Vídeo 4-11:** Recorrido del nervio radial desde canal de torsión del húmero hasta la arca de Frohse.

■ ■ INTRODUCCIÓN

Dada su gran capacidad de movimiento, el codo está sometido a numerosas afecciones, tanto traumáticas agudas como degenerativas. La radiología convencional ha sido durante años el principal medio diagnóstico en esta articulación; sin embargo, la llegada de los ultrasonidos ha supuesto un avance importante, al poderse estudiar con gran fiabilidad músculos, tendones, ligamentos, vasos y nervios, así como estructuras articulares, a excepción de aquellas intraarticulares profundas no accesibles a la ecografía.

Como norma general, se utilizarán sondas de 7-15 MHz, dada la superficialidad de las estructuras a estudiar.

Para realizar la exploración ecográfica del codo, se sigue la metodología general del estudio de las articulaciones (por caras). De esta forma, y de manera sencilla, con el paciente sentado enfrente del explorador, se puede realizar la exploración y comparar con el lado contralateral sin causar molestias al paciente. En casos de pacientes inconscientes, politraumatizados o ancianos, la exploración puede llevarse a cabo en decúbito supino sobre la camilla.

■ ■ ANATOMÍA

La peculiar composición anatómica de los elementos articulares del codo y su disposición espacial hacen que esta articulación posea una gran movilidad y que permita movimientos de la mano que no serían posibles de otra manera, como por ejemplo algo tan sencillo como llevar una cuchara a la

boca. La disposición del eje del codo en valgo permite soportar mayores cargas. Por otra parte, para que sea una articulación estable y tan móvil a la vez, es necesaria la disposición de las masas musculares a los lados de la flexura, para no interferir en el balance articular. Estos músculos, colocados lateralmente pero con disposición anterior y posterior, también ejercen la función de potentes estabilizadores en conjunción con los ligamentos. La limitación de movimientos a nivel posterior se realiza por el olécranon, la fosa olecrania y por el músculo ancóneo. A nivel anterior, la propia musculatura braquial y antebraquial, además de las estructuras articulares, limitan la máxima flexión normal a unos 150°.

La articulación del codo comprende las articulaciones humerorradial, humerocubital y radiocubital proximal, incluidas todas ellas dentro de una capsula articular común que engloba la parte distal del húmero y la proximal de cúbito y radio. La cabeza radial articula con el capitellum humeral a modo de pivote, y el cúbito con la tróclea cubital en bisagra. La cabeza del radio articula además con la fosa sigmoidea radial del cúbito, girando dentro de ella para permitir los movimientos de pronosupinación (**Fig. 5-1**).

La cápsula articular es más débil y laxa por delante y por detrás, reforzada en ambos lados por los ligamentos colaterales. Por delante se inserta desde el epicóndilo medial al lateral, pasando por encima de las fosas coronoidea y radial. Distalmente, se fija a la apófisis coronoides y al ligamento anular del radio.

En la zona posterior, la capsula se sitúa sobre la fosa olecrania hacia los epicóndi-



Figura 5-1. Imagen de TC 3D de la articulación del codo en caras anterior y posterior, con sus distintas fosas. FS: fosa sigmoidea; FR: fosa radial; FO: fosa olecraneana; FC: fosa coronoidea; EPIC: epicóndilo; EPIT: epitroclea; COR: coronoides; CAP: capitellum.

los para insertarse en los bordes del olécranon, englobando el ligamento anular y el borde posterior de la escotadura radial.

Los ligamentos colaterales son el radial y el cubital, ambos de aspecto triangular, fijados por el vértice en los respectivos epicóndilos. El ligamento colateral lateral o radial consta de tres componentes: el radial propio, el ulnar y el anular, que rodea la cabeza del radio, fijándola al cúbito y permitiendo los movimientos de pronosupinación en su interior. El ligamento colateral medial o cubital está compuesto por tres bandas: la banda anterior, la posterior y el ligamento transverso. La banda anterior es el estabilizador más potente del codo contra el estrés en valgo. Se origina en la epitroclea y se dirige hasta el tubérculo sublimis del cúbito (**Fig. 5-2**).

Existen dos bursas en el codo: la bursa olecraneana y la bursa bicipitorradial. La pri-

mera se encuentra en la cara posterior (entre el tejido subcutáneo y el olécranon) y la segunda en la zona profunda de inserción (entre el tendón bicipital y el radio evitando el roce del tendón con éste en los movimientos de pronosupinación).

La exploración del codo se va a realizar, como en la mayoría de los casos, dividiéndola en cuatro caras: anterior, medial, lateral y posterior.

Cara anterior

Las estructuras a visualizar desde el estudio de la cara anterior comportan: la línea articular, con los recesos articulares anteriores, los tendones del músculo bíceps y del braquial y la musculatura pronosupinadora, que nace desde ambos epicóndilos, lateral y medial. La musculatura flexoextensora, aunque se puede

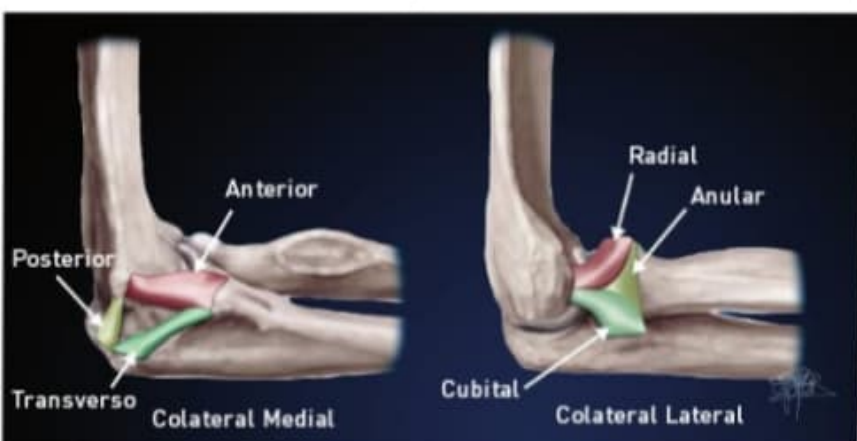


Figura 5-2. Esquema de los ligamentos colaterales de codo, lateral y medial, con los fascículos que los componen.

observar parcialmente en la cara anterior, por motivos didácticos será abordada en sus respectivas caras, lateral y medial.

También se han de rastrear los nervios radial y mediano en la flexura del codo, junto con la arteria braquial y sus venas satélites, así como las venas cefálica y basilica.

Como se comentó en el capítulo del brazo, el músculo bíceps braquial tiene dos vientres musculares: la porción larga y la corta, cada una con su tendón, que nacen del tubérculo supraglenoideo y de la apófisis coracoides, respectivamente. Las dos cabezas se unen hacia la parte media del brazo en un cuerpo muscular único, que desciende superficial al músculo braquial. La parte muscular termina un poco antes de la flexura del codo mediante un fuerte tendón aplanado de unos 7 cm de longitud, que desde una localización subcutánea se va haciendo profundo, experimentando una torsión para fijarse en la tuberosidad bicipitorradial. De la aponeurosis del músculo bíceps se va formando el lacerto fibroso, o aponeurosis bicipital, que se separa del borde medial y de la cara anterior del tendón, fundiéndose con la fascia de los músculos flexores, estabilizando la arteria braquial y al nervio mediano en la flexura del codo (**Fig. 5-3**).

El músculo braquial es ancho, aplanado y potente. Situado distalmente al coracobraquial y anterior al húmero y a la articulación del codo. Se origina en el tercio medio del húmero, sobre los tabiques intermusculares medial y lateral del brazo. Los fascículos descienden en sentido convergente, para terminar en un ancho tendón corto y aplanado que se inserta en la apófisis coronoides y, más distalmente, en la tuberosidad cubital.

Discurriendo sobre la flexura del codo, la arteria humeral se observa medial al tendón del bíceps y lateral al nervio mediano, y se divide en arteria radial y cubital una vez pasada la articulación. El nervio mediano y la arteria humeral se introducen por debajo del pronador redondo; el nervio atraviesa el túnel pronador y se separa de la arteria por la cabeza profunda del pronador, que a esta altura ya es arteria cubital (**Fig. 5-4**).

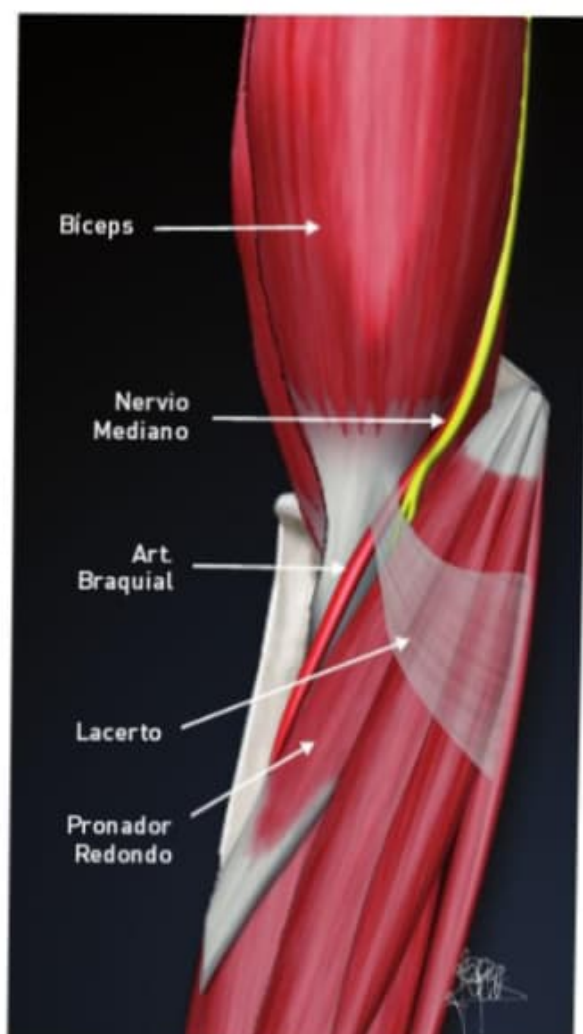


Figura 5-3. Dibujo anatómico de las principales estructuras de la cara anterior del codo.



En el codo, dada la cantidad de estructuras anatómicas que lo componen, es muy útil observar los nervios y los vasos como marcadores ecográficos de referencia para reconocer las estructuras musculotendinosas vecinas.

Para explorar esta cara, se pide al paciente que se sienta enfrente de la camilla, con el codo extendido sobre ella (**Fig. 5-5 A**). Para mayor comodidad, se puede colocar una pequeña almohada debajo del brazo. La exploración también se puede realizar tumbado sobre la camilla en decúbito supino, con el brazo a lo largo del cuerpo y un poco fuera de ella (**Fig. 5-5 B**); esta posición se adoptará en casos de pacientes ancianos, politrauma-

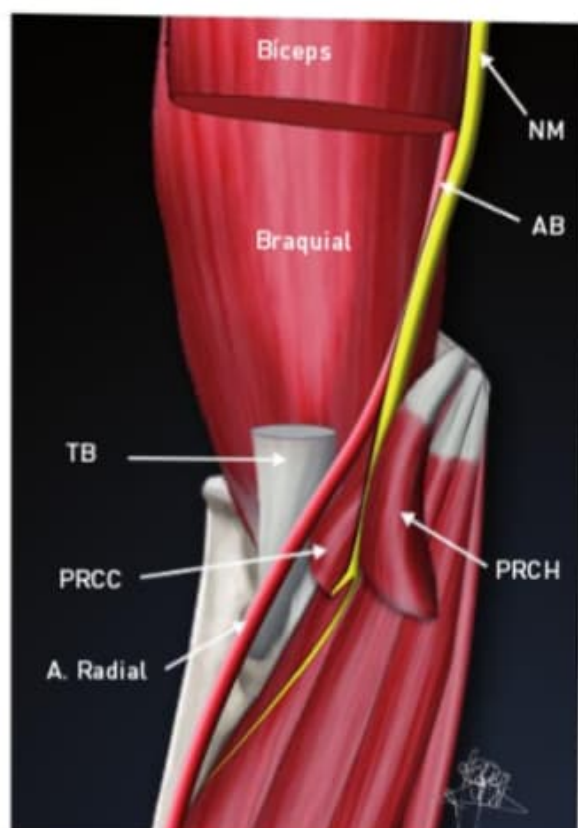


Figura 5-4. Dibujo anatómico del trayecto del nervio mediano y su relación con el músculo pronador redondo. TB: tendón del bíceps; PRCC: pronador redondo cabeza cubital; PRCH: pronador redondo cabeza humeral; AB: arteria braquial; NM: nervio mediano.

tizados o inconscientes. Ocasionalmente, se le puede pedir que se incline o tumbé sobre el lado externo del brazo para exponer estructuras en supinación máxima, como es el caso del tendón distal del bíceps (**Fig. 5-5 C**).

En el corte transversal, sobre la flexura del codo se observan los perfiles de las articulaciones radio y cúbito humerales como dos líneas hiperecoicas con suave ondulación, separadas por una anecoica que es reflejo del cartilago articular; el cartilago tiene un espesor de unos 2 mm. El final de la interlínea articular en el lado medial se realiza de forma abrupta y vertical, reflejando la característica imagen ósea de tróclea y epicóndilo medial (**Fig. 5-6**).

En longitudinal, se procederá a rastrear a dos niveles. Con un corte más lateral, se localiza la clásica estructura en copa de la cabeza radial articulando con el capitellum. Entre ellos se observa el recesso sinovial, que en ocasiones es una verdadera plica de características ecoicas. El cartilago articular podrá observarse como una fina lámina anecoica sobre la cabeza radial y a lo largo de la curvatura del capitellum. A continuación se sitúa la depresión de la fosa radial, ocupada con tejido graso, que es intracapsular pero

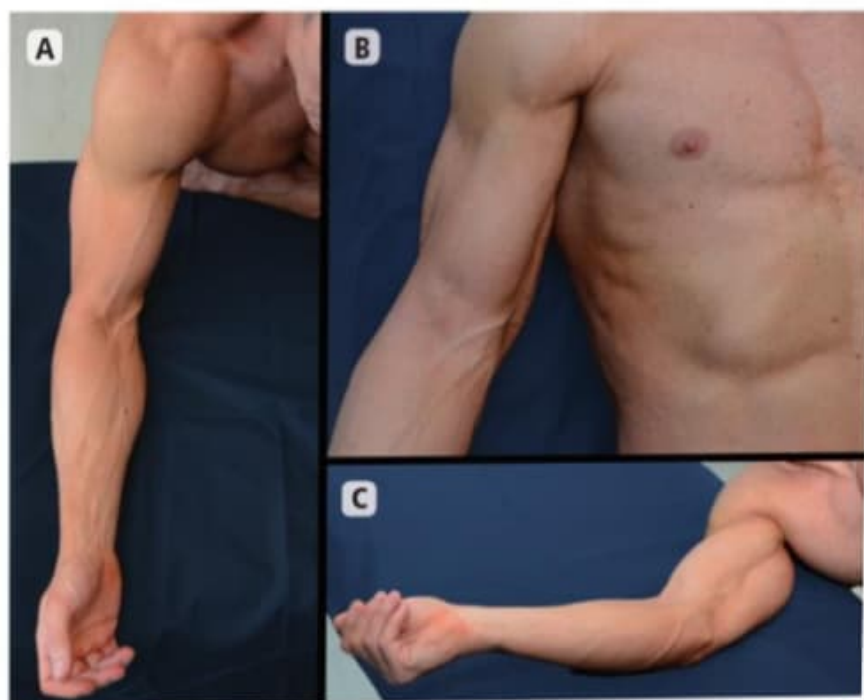
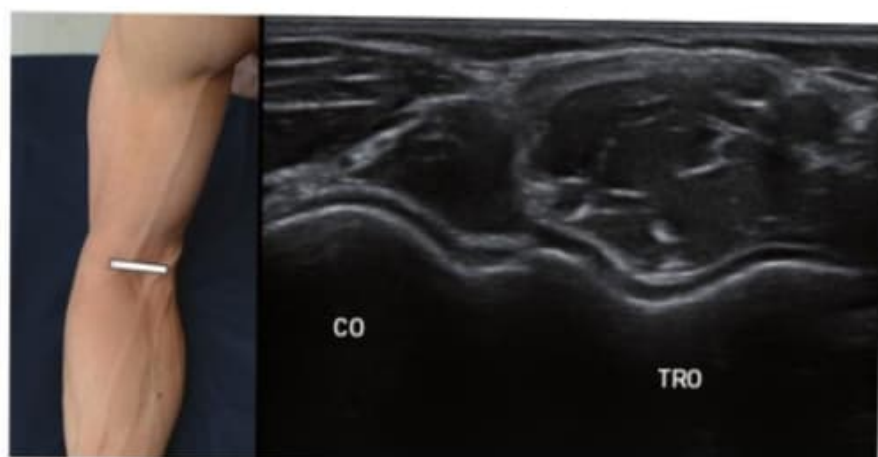


Figura 5-5. Cara anterior del codo: posiciones exploratorias. A) Sentado. B) En decúbito supino. C) Inclinado en máxima supinación.

Figura 5-6. Imagen ecográfica de corte transversal sobre la flexura del codo, en la que se observa el perfil de la línea articular de radio y cúbito humeral. CO: cóndilo humeral; TRO: tróclea humeral. Izquierda: posición de la sonda.



extrasinovial, lo que conlleva que, en casos de artritis, este tejido graso ecoico se separe de la cortical de la fosa radial, haciendo evidente el derrame. Es uno de los signos a buscar en caso de patología (Fig. 5-7).

A continuación, se desplaza la sonda medialmente para colocarla sobre la articulación cubito humeral. Aquí los perfiles óseos dibujan el pico de la apófisis coronoides y la tróclea humeral. La apófisis se evidencia como una pequeña estructura triangular sobre la que se inserta parte del músculo bra-

quial. De igual manera que en el lado radial se observa el cartilago anecoico sobre las carillas articulares y la fosa coronoidea aparece como una concavidad proximal a la tróclea, rellena del paquete graso triangular visualizado entre la cortical y el músculo braquial (Fig. 5-8).

Los músculos a valorar en esta cara anterior son el biceps braquial y el braquial anterior. Ambos se estudian mejor en el corte transversal, reservando el longitudinal para sus inserciones tendinosas distales. El tendón

Figura 5-7. Imagen ecográfica de corte longitudinal radiohumeral en la que se pueden observar los perfiles hiperecoicos corticales y la fosa radial. Sup: supinador corto. Izquierda: posición de la sonda.



Figura 5-8. Imagen ecográfica de corte longitudinal cubito humeral, con los perfiles hiperecoicos corticales y la fosa coronoidea. Izquierda: posición de la sonda.

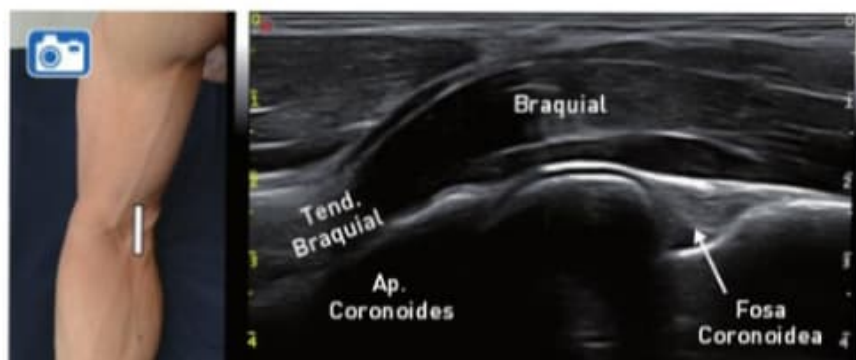




Figura 5-9. Imagen ecográfica de corte transversal distal del brazo en su cara anterior, donde se aprecia la imagen ondulada del tendón intramuscular del bíceps que se forma por la fusión de las dos cabezas. CL: cabeza larga; CC: cabeza corta; TB: tendón del bíceps; BQ: braquial. Izquierda: posición de la sonda.

intramuscular se observa como una línea hiperecoica ondulada, inmersa en la potente musculatura bicipital. Al desplazar la sonda distalmente, se pueden apreciar el reclutamiento progresivo de las fibras conformando el tendón del bíceps, el lado lateral con las fibras provenientes de la porción larga y el medial de la porción corta (**Fig. 5-9**).

A este nivel, la práctica totalidad de la musculatura observada pertenece al braquial quedando entre éste y el tejido celular subcutáneo el tendón bicipital. El tendón bicipital no posee vaina sinovial y está cubierto por un fino peritendón. Según se desplaza la sonda distalmente, manteniendo el eje transversal, se puede observar cómo el tendón se hace profundo; por ello, su visualización se vuelve más dificultosa. Se deben realizar cuidadosas

maniobras de basculación de la sonda para buscar la anisotropía del tendón y así resaltarlo, logrando en algunos casos distinguir incluso sus dos componentes.

Colocando la sonda en el eje longitudinal, se observa el vientre muscular del braquial, que descansa sobre la capsula articular del codo y, distalmente, su corto y ancho tendón y su inserción en la apófisis coronoides y tuberosidad cubital (**Fig. 5-11**).

Debido a la gran angulación que experimenta el tendón del bíceps cerca de su inserción, la visualización longitudinal en toda su extensión es difícil. Esto puede ser compensado con la basculación de la sonda para buscar un mayor paralelismo con el tendón (**Fig. 5-10**). En caso de no ser suficiente, se puede visualizar también pidiendo al paciente una supina-

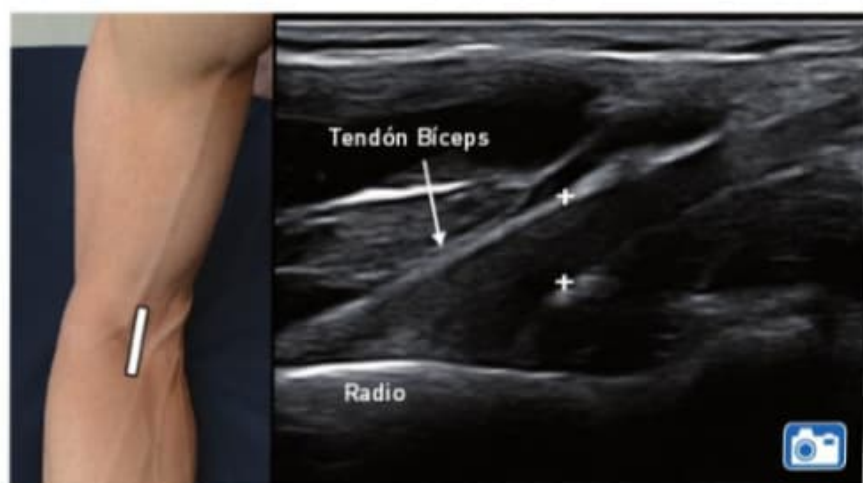


Figura 5-10. Imagen ecográfica de corte longitudinal radiohumeral, con el tendón distal del bíceps (+) y su inserción bicipitorradial. Izquierda: posición de la sonda.



Figura 5-11. Imagen ecográfica panorámica cubito humeral, en la que se observan el tendón distal del braquial (TDB) y su inserción en la apófisis coronoides (ApC) y en la tuberosidad cubital (Tub C). Izquierda: desplazamiento de la sonda.

ción máxima con el brazo en extensión, recostándose sobre la camilla y accediendo al tendón desde su borde medial (**Fig. 5-12**).

Medial a las fibras del tendón bicipital, observaremos la arteria humeral, que desciende junto a él y es lateral al nervio mediano.



Para visualizar en su totalidad el tendón distal del bíceps en longitudinal, se le pide al paciente una supinación máxima con el brazo en extensión, recostándose sobre la camilla. Se accede al tendón desde su borde medial.

Cara lateral

En esta cara se visualizan el tendón extensor común, el ligamento colateral radial, el

perfil óseo del epicóndilo humeral y de la cabeza radial, y el ligamento anular. Hacia proximal, se puede observar el origen de los músculos braquiorradial (también conocido como supinador largo) y extensor radial largo del carpo; y hacia distal, el del supinador corto, con el nervio interóseo posterior entre sus dos cabezas. Entre el braquiorradial y el braquial, dentro de la aponeurosis que separa ambos músculos, se encuentra la bifurcación del nervio radial, en el citado interóseo posterior y en la rama radial superficial (**Fig. 5-13**).

El tendón extensor común está formado por la unión de cuatro tendones, que de radial a cubital, son: extensor radial corto del carpo, extensor común de los dedos, extensor propio del quinto dedo y extensor cubital



Figura 5-12. Posición para la exploración de la inserción distal del bíceps braquial. Marca blanca: posición de la sonda.

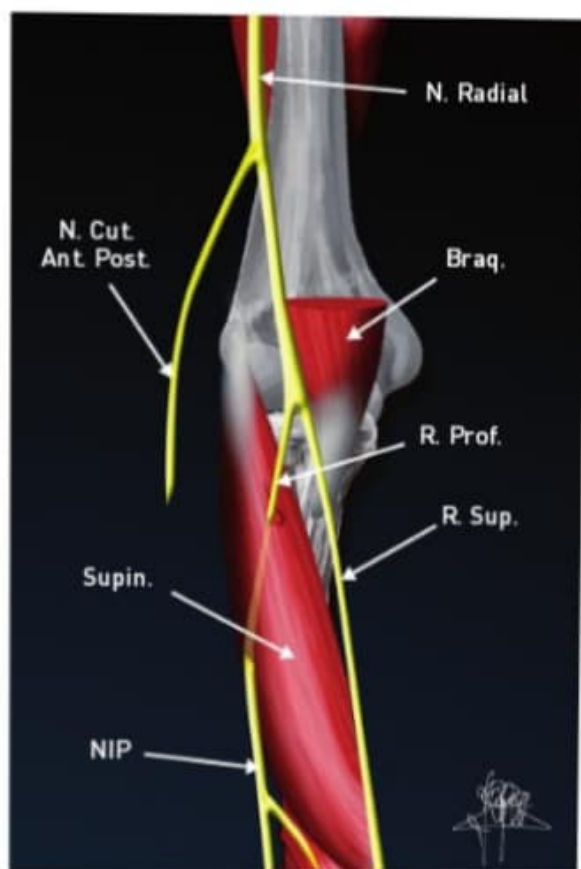


Figura 5-13. Esquema del nervio radial, con sus componentes sensitivo y motor y su relación con la musculatura supinadora del antebrazo. Braq.: braquial; R. Prof.: rama profunda del radial; R. Sup.: rama superficial del radial; NIP: nervio interóseo posterior; Supin.: supinador corto; N. Cut. Ant. Post.: nervio cutáneo antebraquial posterior.

del carpo. El extensor radial corto del carpo es el que conforma la mayor parte de las fibras profundas del tendón extensor común, mientras que la mayoría de las fibras superficiales están formadas por el extensor común de los dedos. La aportación de los otros dos tendones es mínima. Por encima de la inserción del tendón común, en el borde supracondíleo, se continúa, de manera independiente, la inserción del tendón braquiorradial más anterior y del extensor radial largo del carpo más posterior (**Fig. 5-14**).

El ligamento colateral lateral nace del epicondilo lateral, y presenta tres fascículos que conforman un triángulo: el radial se une al ligamento anular superficialmente y se inserta en la escotadura radial del cúbito; el cubital se inserta en el ligamento anular, en dirección profunda, para insertarse en la cresta supinadora del cúbito; y el otro lado del triángulo lo forma el ligamento anular, que parte de la escotadura radial en su zona anterior para rodear la cabeza radial e insertarse en la escotadura radial posterior (v. **Fig. 5-2**). El nervio radial, como se ha comentado al inicio del apartado, a su salida del canal de torsión se sitúa en el tabique intermuscular lateral, entre el músculo braquial y el braquiorradial, y a éste nivel se divide en dos ramas: la rama motora profunda, o nervio interóseo poste-



Figura 5-14. Dibujo anatómico de la musculatura de la cara externa del codo. En color rojo vivo, la musculatura epicondílea que forma el tendón extensor común. Resto: músculos laterales que no se insertan en el epicondilo.

Figura 5-15. Posición para la exploración de la cara lateral del codo.



rior, y una rama sensitiva o radial superficial (v. Fig. 5-13). El nervio interóseo posterior atraviesa el músculo supinador, pasando entre sus dos cabezas (profunda y superficial). En un tercio de los pacientes, la cabeza superficial forma una arcada fibrosa, denominada arcada de Frohse, que puede originar el atrapamiento del nervio y ocasionar el síndrome del interóseo posterior. Una vez que atraviesa el músculo supinador, el nervio alcanza el compartimento posterior del codo.

A continuación, para el estudio de la cara lateral, se coloca el brazo en posición neutra a 90°, con la mano en posición de sujetar un vaso (Fig. 5-15).

Se recomienda iniciar el estudio ecográfico de la cara lateral valorando el tendón

extensor común. Para ello, se coloca la sonda con el extremo proximal sobre el epicóndilo lateral, siguiendo el eje del brazo. En este plano longitudinal, se observa una estructura hiperecoica en forma de pico, entre la piel y el ligamento colateral radial. Profundo al tendón, se observa el suave perfil de la cortical del epicóndilo humeral, que queda interrumpido por la articulación humerorradial, para observar más distalmente el perfil óseo de la cabeza radial y del radio. En este corte, es posible visualizar las fibras del ligamento colateral radial, insertándose parte del tendón en él. En ocasiones es difícil diferenciar el tendón del ligamento, dadas su íntima relación y su similar ecogenicidad (Fig. 5-16).



Figura 5-16. Imagen ecográfica de corte longitudinal de la cara lateral de la articulación radiohumeral, donde se visualiza la inserción del tendón conjunto extensor (+) en el epicóndilo lateral. Sup: supinador corto. Izquierda: posición de la sonda.

A ese nivel, por debajo del tendón común extensor, se encuentra el supinador corto. Manteniendo la dirección de la sonda, se han de realizar barridos a lo largo de la anchura de todo el tendón para observar sus componentes cubital y radial.

Desde esta posición, colocando la sonda transversalmente y sobre la cortical del húmero, se ve el tendón como una estructura ovalada, ecoica y homogénea (Fig. 5-17).

Rastreando de proximal a distal el tendón conjunto en toda su longitud, se observa medialmente la aparición del extensor común de los dedos y del braquiorradial, separados por la fascia braquiorradial, que nos sirve como marcador ecográfico. Medial al tendón extensor común, se visualiza el músculo ancóneo. Más distal, y una vez pasada la articulación, se visualiza el supinador corto en corte transversal, con su característica forma de rueda abrazando el radio, y puede observarse en su interior el nervio interóseo posterior entre sus dos componentes, superficial y profundo.



En el estudio del tendón extensor común, en corte longitudinal, las fibras más profundas se insertan en el ligamento colateral radial, y puede diferenciarse sutilmente una estructura de la otra en la ecografía.

Anterior al tendón conjunto extensor se visualiza el nervio radial, que discurre entre

los músculos braquiorradial y braquial en una fascia ecoica. Se observa esta estructura redondeada, formada por varios puntos hipoeoicos de los fascículos nerviosos que, a este nivel, se dividirán entre la rama motora interósea posterior y la sensitiva radial superficial. La arteria recurrente radial, en este punto, no debe confundirse con un fascículo nervioso. Para evitarlo, es de utilidad el uso del Doppler color. Rastreando distalmente el nervio motor en el eje corto, se observa entrando en el supinador corto a través de la arcada de Frohse, posible punto de atrapamiento de este nervio, lo cual causa el síndrome del interóseo posterior. Una vez dentro del músculo, transcurre entre ambos componentes, superficial y profundo, dividiéndose en pequeños ramos nerviosos hipoeoicos que inervan los músculos del antebrazo posterior (v. Fig. 4-11).

Cara medial

La exploración de esta cara permite estudiar el tendón flexor conjunto o tendón común flexor, compuesto por los tendones del músculo pronador redondo, el flexor superficial de los dedos, el flexor radial del carpo o palmar mayor, el palmar largo o menor y el flexor cubital del carpo. El pronador redondo está situado de forma más anterior y superficial, insertándose en la epitroclea ligeramente más proximal al resto. Se inserta distalmente en la diáfisis radial mediante un tendón plano, presentando proximalmente

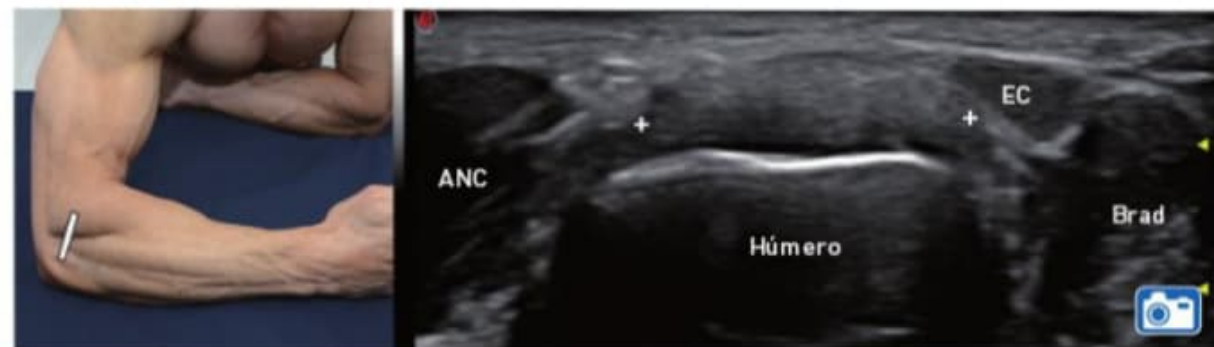


Figura 5-17. Imagen ecográfica de corte transversal de la cara lateral del codo, donde se visualiza el tendón extensor común como una estructura ovalada sobre la cortical humeral. ANC: ancóneo; EC: músculo extensor común de los dedos; Brad: braquiorradial. **Izquierda:** posición de la sonda.

Figura 5-18. Posición de estudio de la cara medial del codo.



dos inserciones: la cabeza humeral (comentada anteriormente), de inserción epitrocleea, y una cubital en la cara medial de la apófisis coronoides. Entre estos dos vientres discurre el nervio mediano. La arteria cubital queda separada del nervio mediano a esta altura por la cabeza cubital del músculo pronador redondo (v. **Figs. 5-3 y 5-4**).

Profundo a estas estructuras, se encuentra el músculo flexor común profundo de los dedos, con un origen más distal en la cara anterior del cúbito, la apófisis coronoides y la membrana interósea. Este fascículo profundo no forma parte del tendón flexor común.

Para explorar la cara medial del codo, se coloca al paciente sentado, con el codo apo-

yado en la camilla en extensión o discreta flexión, mientras se le pide que se recline lateralmente hacia el lado ipsilateral, asociando una rotación externa de hombro y antebrazo (**Fig. 5-18**).

Se coloca la sonda en el eje longitudinal, con el extremo proximal sobre la epitrocleea, apreciando el tendón flexor común, de morfología similar a la del tendón extensor común, más corto y sobre una cortical humeral cóncava, pero más abrupta. Profundo al tendón, se visualiza el fascículo anterior del ligamento colateral medial como una estructura cordonal, fibrilar, que une la epitrocleea con la tuberosidad cubital. Este ligamento, a diferencia del colateral radial, posee un grosor considerable, entre 2,5-4 mm (**Fig. 5-19**).



Figura 5-19. Corte longitudinal del tendón conjunto flexor y su inserción en epitrocleea. Ligamento colateral cubital.

Como se comentaba al inicio del capítulo, existen otros dos fascículos, posterior y transverso, de más difícil visualización ecográfica. El posterior formará el suelo del canal epitroclear (v. **Fig. 5-2**).

✓ Durante la visualización del ligamento colateral medial, podemos realizar maniobras dinámicas de estrés para poner en tensión el ligamento y valorar su integridad observando cómo se tensa.

Rastreando en transversal hacia distal, se visualizan las dos inserciones del músculo flexor cubital del carpo, con el nervio cubital profundo a él una vez ha salido del canal epitroclear (**Fig. 5-20**).

Cara posterior

Aquí se estudian el receso posterior, el tendón del tríceps y la bursa olecraneana. Es una buena zona para el estudio exhaustivo del canal epitroclear y su contenido y para el transcurrir del nervio cubital, con el comportamiento en dinámico de estas estructuras.

El tríceps, como su nombre en latín indica, se compone de tres cabezas (larga, medial y lateral) que convergen en un grueso tendón, que se inserta en la parte posterior de la apófisis olecraneana. En la cara lateral del olécran-

on se encuentra la inserción del ancóneo, pequeño músculo triangular originado en la cara posterior del epicóndilo lateral, que se inserta distalmente en la cara posterior de la diáfisis cubital. Entre el tejido subcutáneo y el olécranon, se encuentra la bursa olecraneana. En esta cara posterior se estudia el canal epitroclear, formado entre la epitroclea y la apófisis del olécranon, que muestra un anillo osteofibroso, compuesto por el retináculo de Osborne a nivel proximal y, en el distal, el propio túnel óseo, cubierto por las cabezas cubital y humeral del flexor cubital del carpo, cuyas dos cabezas están conectadas por un arco fibroso o ligamento arcuato, que es una expansión del retináculo citado anteriormente. Como hemos comentado, el suelo de este túnel lo forma la banda posterior del ligamento colateral medial. Dentro del túnel, también se encuentran la arteria recurrente cubital posterior y las venas (**Fig. 5-21**).

Para explorar mediante ecografía esta región, el paciente debe colocarse con la palma apoyada sobre la mesa y el codo flexionado 90° , con una rotación interna forzada de hombro (**Fig. 5-22**). En caso de no ser posible, se situará al paciente de espaldas o incluso tumbado, con el hombro elevado y el codo flexionado 90° .

Se coloca la sonda en el eje longitudinal, con un extremo sobre el olécranon, observando el tendón del tríceps y su inserción en



Figura 5-20. Corte transversal del músculo flexor cubital con sus dos componentes, ulnar (UL) y humeral (HU), y la relación con el nervio cubital (CU). **Izquierda:** posición de la sonda vista desde cara medial (arriba) y desde cara posterior (abajo).

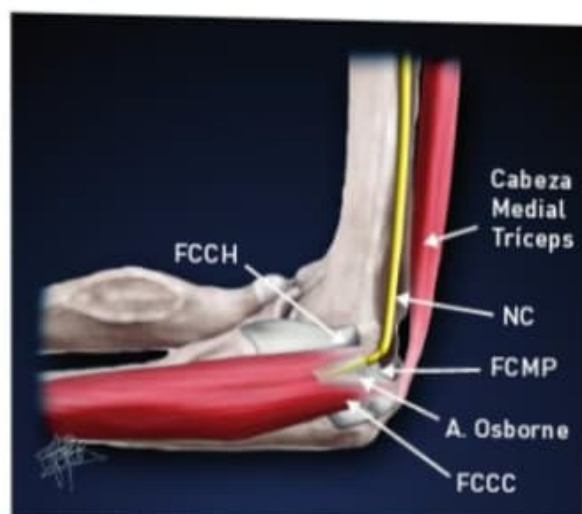


Figura 5-21. Esquema del túnel cubital. NC: nervio cubital; FCMP: fascículo colateral medial posterior; FCCH: flexor cubital del carpo inserción humeral; FCCC: flexor cubital del carpo inserción cubital; A. Osborne: retináculo y arcada de Osborne.



En pacientes mayores, para visualizar la parte posterior del codo de forma cómoda, se les pide que se sienten dándonos la espalda, apoyando la palma de la mano sobre la camilla.

el olécranon en forma de pico, con un patrón fibrilar de bandas hiperecoicas e hipoeoicas intercaladas, que representan las fibras del tendón con tejido graso (**Fig. 5-23**).

En el corte transversal, se aprecia este tendón sobre la cortical del olécranon. Si se desplaza la sonda de forma proximal, observaremos que queda excéntrico a la fosa olecraneana para visualizar las uniones miotendinosas con los vientres musculares largo,



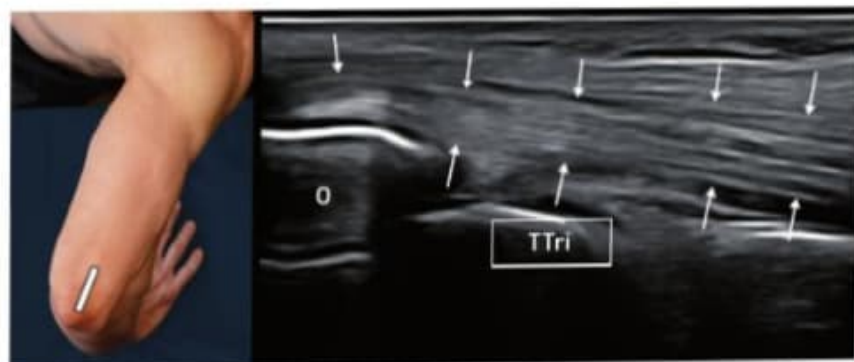
Figura 5-22. Posición de exploración de la cara posterior del codo.

medial y lateral (**Fig. 5-24**). Para poder valorar la bursa, se debe colocar abundante cantidad de gel y mover la sonda sin ejercer gran presión, ajustando bien el foco y la frecuencia. La bursa normal, con frecuencia, no es visible en la ecografía.



Al explorar zonas superficiales, es importante no realizar excesiva presión y poner una generosa cantidad de gel entre la sonda y la piel, lo cual permitirá una mejor visualización de las estructuras que, de otra forma, pueden quedar comprimidas y pasar desapercibidas.

Figura 5-23. Corte longitudinal del tendón del tríceps (TTri→). O: olécranon. Izquierda: posición de la sonda.



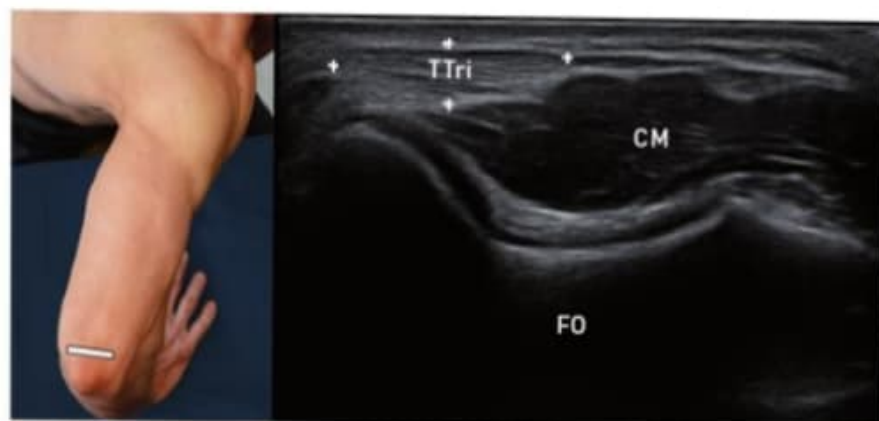


Figura 5-24. Corte transversal del tendón del tríceps (+) y su situación en la cara posterior del codo. TTri: tendón del tríceps; FO: fosa olecraneana; CM: cabeza medial. **Izquierda:** posición de la sonda.

Profundo al tríceps, se visualiza la fosa del olécranon, delimitada por la cortical hiperecoica del húmero. Adopta una morfología de cazo relleno por la almohadilla de grasa hiperecoica (v. **Fig. 5-24**). En el corte transversal, se observa una línea cóncava hipoecoica entre la almohadilla grasa y la cortical humeral, correspondiente al cartilago. Los bordes de esta fosa coinciden con la cara posterior de los epicóndilos medial y lateral.

Para visualizar el canal epitroclear, se posiciona la sonda en el eje transversal, colocando un extremo en la parte posterior de la epitroclea y el otro en el olécranon. Se observan ambos relieves óseos hiperecoicos con sombra acústica posterior y, entre ellos, un valle. El nervio cubital se aprecia como una estructura ovoidea cerca de la cortical del epicóndilo medial (**Fig. 5-25**). En la zona más distal, el nervio se coloca entre las cabezas humeral y cubital del flexor cubital del carpo.

En condiciones normales, el área del nervio varía según la zona donde se encuentre, sin superar los 7,5-8 mm². Mediante el Doppler

color, se pueden poner de manifiesto la arteria recurrente cubital y las venas, y diferenciarlas del nervio. El retináculo de Osborne y el ligamento arcuato, al ser estructuras extremadamente finas, son de visualización más dificultosa, precisándose equipos con una mayor resolución.



El grosor y la morfología del nervio cubital varían según transcurre en el canal cubital y es diferente según el individuo. Por ello, antes de diagnosticar una alteración, se debe comparar con el contralateral. Es habitual observar el nervio totalmente dividido a este nivel como una variante de la normalidad.

Maniobras dinámicas

En el codo, resulta de utilidad la realización de sencillas maniobras de estrés para valorar la estabilidad articular y la integridad de ligamentos y retináculos. Las más frecuentes son



Figura 5-25. Corte transversal del canal cubital y sus estructuras. NC: nervio cubital; E: epitroclea; O: olécranon; RT: retináculo de Osborne; CM: cabeza medial.

la maniobra valguizante del cúbito (para estudio del comportamiento del ligamento colateral medial) y la flexoextensión del codo (para observar la estabilidad del nervio cubital dentro de la corredera osteofibrosa del canal epitrocLEAR). Para la maniobra de estrés dinámico del complejo ligamentoso medial del lado derecho, se pide al paciente que se sujete con la mano contralateral el brazo, pasando la mano por debajo del codo; así, él mismo nos estabilizará

la articulación. Con la sonda en la mano derecha, exploraremos la cara medial, mientras nuestra mano izquierda tira de su muñeca (por debajo de ella) hacia el lateral, para observar el bostezo articular humerocubital.

Para el estudio de la subluxación o luxación del nervio cubital y del vasto medial del tríceps, realizamos la flexoextensión del codo desde la posición de estudio de la cara posterior.

RESUMEN



- Posicionar bien al paciente, buscando su comodidad y la del explorador, y usar una cantidad abundante de gel, son dos aspectos necesarios para una buena valoración de esta articulación, teniendo en cuenta los relieves óseos.
- El tendón extensor común en la cara lateral (asiento del codo de tenis o epicondilitis lateral), la inserción común de flexores (codo del jugador de golf o epitrocLEITIS) y el pronador, en la cara medial; y el tendón distal del bíceps distal y los nervios mediano, cubital y radial (atrapamientos nerviosos), son las estructuras más importantes a estudiar en la ecografía del codo, ya que son las que se lesionan con mayor frecuencia.
- En esta articulación, también son importantes las maniobras dinámicas de estrés para valorar bostezos y estabilidad articular, chasquidos o *snappings* nerviosos o tendinosos; y las maniobras de pronosupinación y flexoextensión, para observar el comportamiento del compromiso y la integridad de las distintas estructuras.
- No se debe olvidar que es una zona del organismo donde se asientan con gran frecuencia fracturas ocultas a la radiología convencional, fácilmente detectables con la ecografía.

MATERIAL COMPLEMENTARIO



- **Videos 5-7 y 5-8:** Cortes longitudinales en radiohumeral y cúbito humeral para valoración de recesos.
- **Videos 5-9 y 5-10:** Seguimiento distal del tendón del bíceps hasta la inserción en radio. Eje corto y eje largo.
- **Videos 5-16 y 5-17:** Eje largo y corto de tendón conjunto extensor.
- **Vídeo 5-19:** Eje largo y corto del tendón conjunto flexor con el ligamento colateral medial.

■ ■ INTRODUCCIÓN

El antebrazo es la localización anatómica comprendida entre el codo y la muñeca. Además de contener el cubito y el radio, tiene una gran cantidad de musculatura, dispuesta fundamentalmente en la parte anterior como flexora y en la posterior como extensora.

A pesar del gran número de estructuras que contiene, no suele ser una zona de asiento de patología frecuente. Como norma general, se utilizarán sondas de 7-13 MHz, dada la relativa superficialidad de las estructuras a estudiar, y pueden ser evaluadas en su totalidad sin ningún impedimento. Rastrear adecuadamente esta zona exige un gran conocimiento de la anatomía regional.

La exploración ecográfica del antebrazo se realiza de forma muy sencilla, con el paciente sentado enfrente del explorador y el antebrazo colocado sobre la camilla en posición dorsal y ventral. Suele ser muy útil la comparación con el lado contralateral, dado el número de estructuras a visitar para comparar tamaños y grosores. En casos de pacientes inconscientes, politraumatizados o ancianos, se puede realizar la exploración en decúbito supino sobre la camilla, con el antebrazo sobre el abdomen para el componente dorsal y extendido junto al cuerpo en supinación para el componente ventral.

Anatómicamente, los diecinueve músculos alojados en el antebrazo se pueden dividir en seis grupos de tres músculos cada grupo; el braquiorradial no tendría cabida en los anteriores, por ser flexor del codo sin acción sobre muñeca o dedos. Los grupos funcionales son: rotadores del radio sobre el cúbito,

flexores del carpo, flexores de los dedos, extensores del carpo, extensores de los dedos (excepto el pulgar) y extensores del pulgar. De esta forma, los tres primeros grupos (los flexores) estarían en la cara ventral o compartimento anterior, y los otros tres (los extensores) en la cara dorsal o compartimento posterior. Existe un paralelismo en el equilibrio de flexores y extensores, ya que se insertan prácticamente en los mismos sitios de diferente cara.

✓ La zona del antebrazo no es un sitio de asiento de patología frecuente, pero no se ha de olvidar que existen varios puntos susceptibles de atrapamiento nervioso. Deberemos prestar especial atención al interóseo posterior, rama del radial, en la entrada del supinador; al interóseo anterior, rama del mediano, en el puente fibroso del flexor superficial de los dedos; al mediano en el túnel pronador, y al radial superficial en el borde radial distal.

Desde el punto de vista ecográfico y con el fin de ser más didácticos, se divide la exploración ecográfica en tres compartimentos: uno dorsal o posterior, compuesto de dos capas, profunda y superficial; otro volar o anterior, también compuesto de dos capas, superficial y profunda; y un tercero radial o lateral, también llamado componente móvil (Fig. 6-1).

■ ■ COMPARTIMENTO ANTERIOR O VOLAR

El compartimento anterior o volar comprende los grupos flexor y pronador. Se

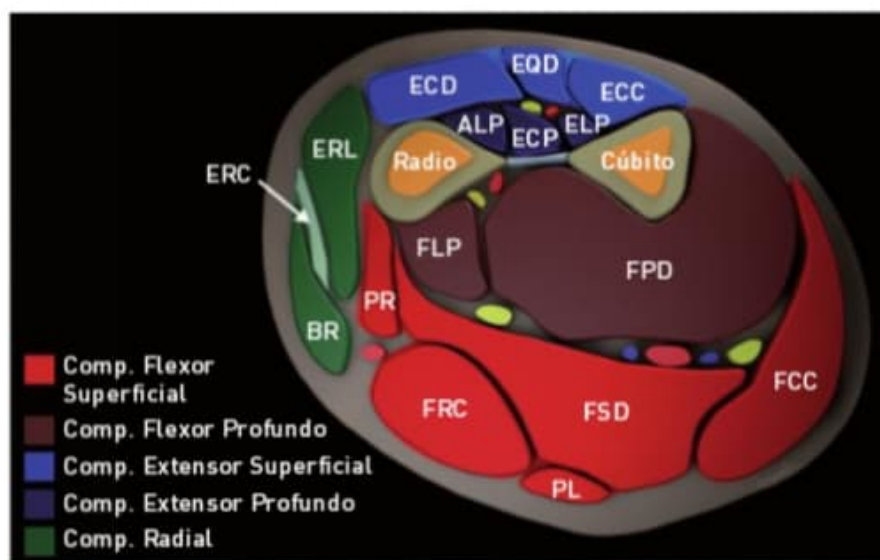


Figura 6-1. Dibujo anatómico de los compartimentos del antebrazo. ECD: extensor común de los dedos; EQD: extensor quinto dedo; ECC: extensor cubital del carpo; ECP: extensor corto del primer dedo; ALP: abductor largo del primer dedo; ELP: extensor largo del primer dedo; FLP: flexor largo del primer dedo; FPD: flexor profundo de los dedos; PR: pronador redondo; FDS: flexor superficial de los dedos; FCC: flexor cubital del

carpo; PL: palmar largo; FRC: flexor radial del carpo; ERL: extensor radial largo; ERC: extensor radial corto; BR: braquiorradial.

distribuyen sobre la membrana interósea que une el cúbito y radio y sobre los tabiques intermusculares que se fijan a la fascia del antebrazo. Ello hace que muchos de los músculos tengan un origen fibroso sobre la membrana y las fascias.

Este compartimento se divide por medio de un septo transversal en dos capas, una profunda y otra superficial. La capa profunda contiene el músculo flexor largo del pulgar, el flexor profundo de los dedos y el pronador cuadrado (**Fig. 6-2**). El flexor largo del pulgar surge de la cara anterior del radio y la membrana interósea desde la parte inferior de la tuberosidad radial hasta donde nace el pronador cuadrado, dando un tendón distal que, pasando profundo al retináculo flexor y entre los dos sesamoideos de la articulación metacarpofalángica, termina insertándose en la base de la falange distal del pulgar. Medial a este músculo se encuentra el flexor profundo de los dedos, el cual, con una inserción más amplia sobre la membrana interósea y en los dos tercios proximales del cúbito, aporta distalmente cuatro tendones sobre el pronador cuadrado y profundos a los del flexor superficial, para terminar insertándose en la falange distal del segundo al quinto dedo. En la palma, estos tendones dan origen a los pequeños músculos lumbricales.

El pronador cuadrado, como su nombre indica, es de morfología cuadrangular y se encuentra localizado en profundidad, justo encima de la muñeca y profundo a los tendones flexores. Surge del cuarto distal del cúbito para dirigir sus fibras transversalmente hacia el cuarto distal del radio, en cuya cara anterior se inserta.

La capa superficial contiene el músculo flexor superficial de los dedos, el pronador superficial, el palmar largo, el flexor radial del carpo y el flexor cubital del carpo (**Fig. 6-3**). Otras denominaciones son: palmar menor, para el palmar largo, y palmar mayor, para el flexor radial del carpo. De forma sencilla, con la regla nemotécnica de «los tres Pepes fuman celtas», se pueden recordar los tres que comienzan con «P»: el pronador y los palmares; el flexor «F» y el cubital «C». Todos ellos confluyen en un potente tendón que se inserta en la epitróclea.

El pronador redondo tiene dos cabezas: una humeral y otra cubital. La humeral, como se ha descrito, nace del tendón conjunto. La cubital, que es más profunda y pequeña, se inserta en la apófisis coronoides y desciende para unirse con la cabeza superficial. El nervio mediano pasa entre ellas y la arteria cubital queda separada del nervio por la capa profunda. Termina insertándose de forma

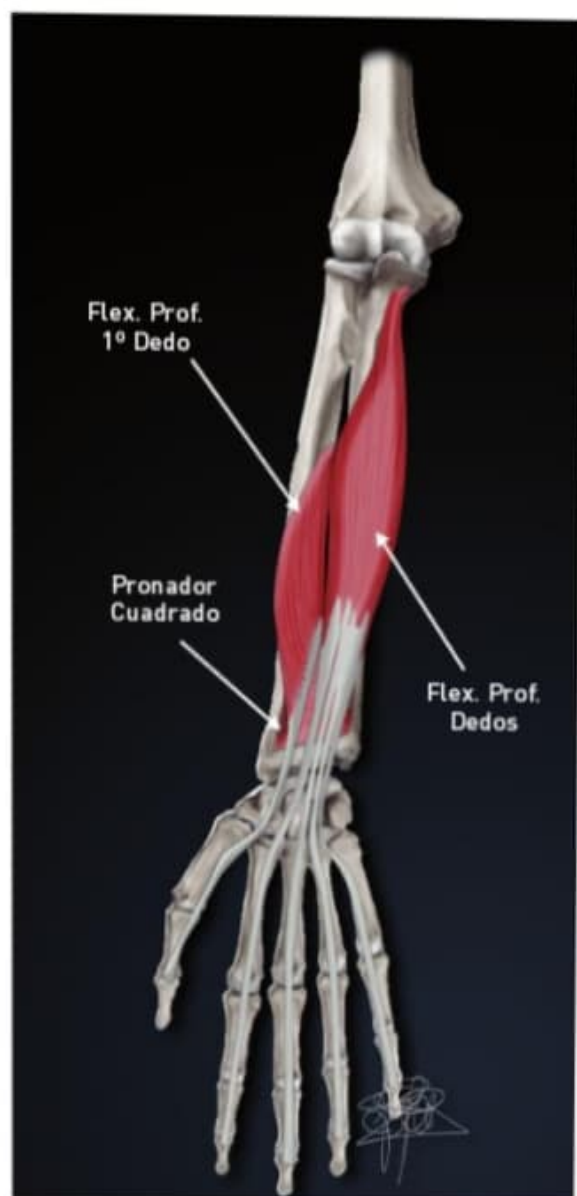


Figura 6-2. Dibujo anatómico de los componentes de la capa profunda del compartimento volar del antebrazo.

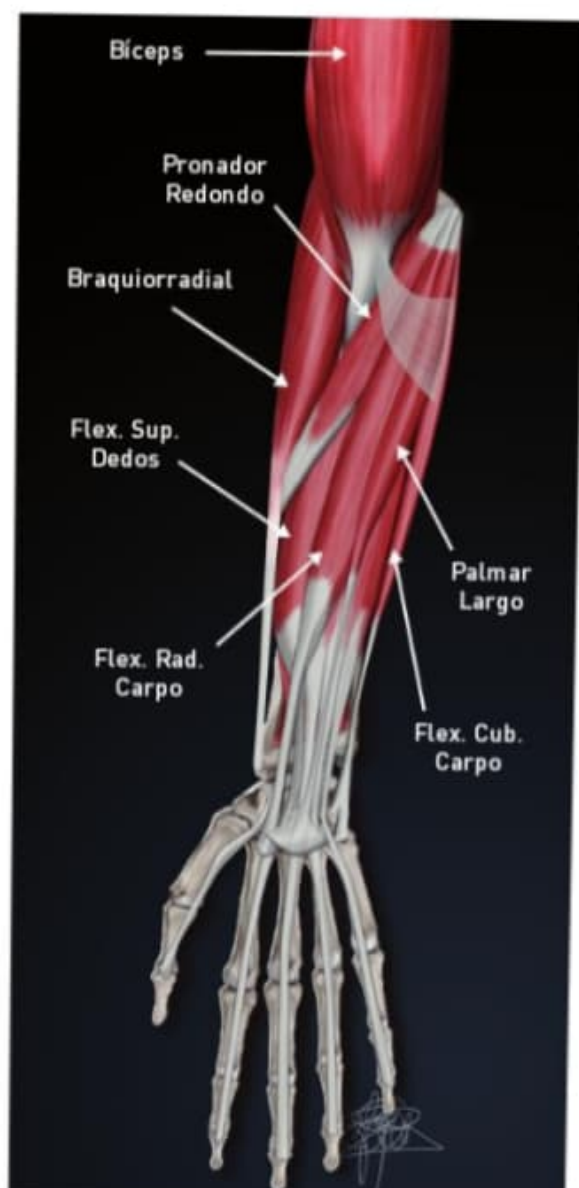


Figura 6-3. Dibujo anatómico de los componentes de la capa superficial del compartimento volar del antebrazo.

oblicua y tapado por el braquiorradial mediante un tendón ancho y corto en la diáfisis del radio.

El palmar mayor, o flexor radial del carpo, nace en el tendón conjunto epitroclear. El tendón distal tiene la mitad de longitud que el músculo y se inserta distalmente en la base del segundo metacarpiano, una vez atravesado un compartimento propio en el túnel del carpo formado por el retináculo.

El palmar largo o menor se encuentra ausente en un 12-13% de la población. Se trata

de un pequeño músculo fusiforme, con un largo tendón aplanado que se inserta por encima del retináculo, y sus fibras se funden con el ligamento transversal del carpo. El flexor superficial de los dedos es el mayor de esta capa superficial. Tiene una triple inserción proximal, radial, cubital y humeral que se conecta por una banda o puente fibroso bajo el que cruzan los vasos cubitales y el nervio mediano, lo cual hace posible que sea un punto de atrapamiento del nervio a este nivel. Distalmente el músculo forma dos pla-

nos: uno más superficial, del que nacen los tendones distales del dedo medio y anular, y uno más profundo, del que surgen los tendones de los dedos segundo y quinto. Se insertan en la cara palmar de las diáfisis de las falanges medias correspondientes.

Finalmente, el flexor cubital del carpo también se origina en el tendón conjunto epitrocLEAR su cabeza humeral, y del borde medial del olécranon y del cúbito en su parte superior, la cubital. El tendón distal se inserta en el pisiforme y, mediante dos pequeños ligamentos, en el gancho del ganchoso y en la base del quinto metacarpiano.

Como anomalías o variantes de la normalidad dignas de mención, hay que comentar las más comunes, que son el palmar anómalo y el músculo accesorio de Gantzer, y que pueden ser causa también del atrapamiento del nervio interóseo anterior.

Los vasos y nervios del antebrazo discurren, en su mayor parte, por el compartimento anterior. Avanzando sobre la flexura del codo se observa, medial al tendón del bíceps y lateral al nervio mediano, la arteria humeral, que se divide entre arteria radial y cubital, una vez pasada la articulación. El nervio mediano y la arteria humeral se introducen por debajo del pronador redondo; el nervio atraviesa el túnel pronador y queda separado de la arteria por la cabeza profunda del pronador. El nervio mediano entra en el compartimento volar, pasando entre ambas cabezas del pronador redondo, cruza la arteria cubital y se introduce en el arco fibroso del flexor superficial. Discurre en la línea media (de ahí su nombre), entre el flexor profundo y el superficial, hasta alcanzar la muñeca, donde emerge. El nervio mediano, a la altura de la cabeza profunda del pronador, da el nervio motor interóseo anterior, el cual se coloca encima de la membrana interósea, entre el flexor largo del pulgar y el flexor profundo de los dedos, junto a la arteria interósea anterior, rama de la cubital. Distalmente, estas estructuras se colocan profundas al pronador cuadrado (Fig. 6-4).

El nervio cubital, a la salida de su túnel, desciende debajo del flexor cubital del carpo

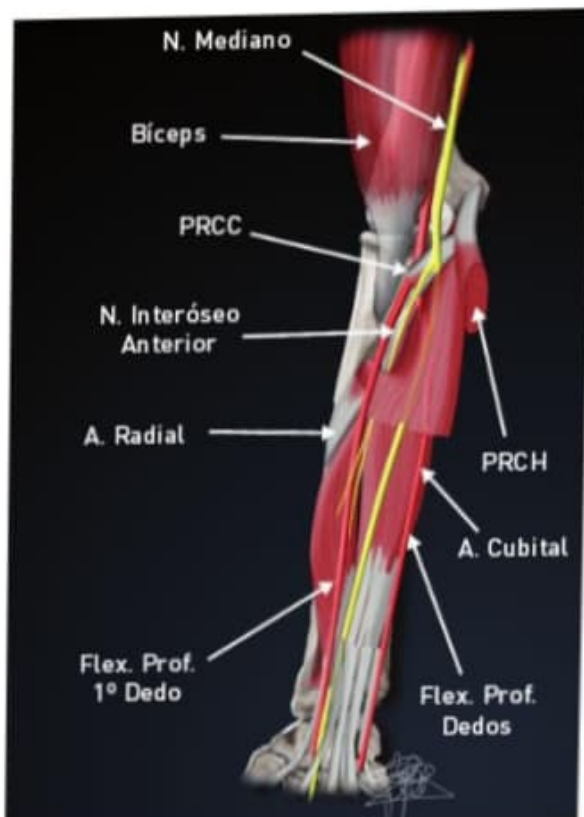


Figura 6-4. Esquema del nervio interóseo anterior y su relación con la musculatura flexora de los dedos. A. Cubital: arteria cubital; A. Radial: arteria radial; N. Mediano: nervio mediano; N. Interóseo Anterior: nervio interóseo anterior; PRCC: pronador redondo cabeza cubital; PRCH: pronador redondo cabeza humeral.

sobre el flexor profundo y es alcanzado por la arteria cubital hacia la mitad del antebrazo, viajando juntos hasta la muñeca. El ramo superficial del nervio radial, una vez que emerge de dicho nervio, discurre sobre el supinador corto y la inserción radial del pronador redondo, donde es alcanzado por la arteria radial, la cual se dirigirá hasta la muñeca debajo del braquiorradial. A la altura del cruce con el tendón del extensor radial largo, el nervio radial superficial atraviesa la fascia, emergiendo al tejido subcutáneo de la cara dorsal.

En ecografía, para distinguir las estructuras del compartimento anterior, hay que tener un preciso conocimiento de los músculos expuestos. Son de gran utilidad los marcadores ecográficos que suponen los nervios, vasos y tendones en los cortes transversales. Para ello, desde la fosa antecubital se han de vi-

sualizar la arteria braquial y el nervio mediano, mediales al tendón del bíceps, como se ha visto en el capítulo del codo. Deslizando distalmente la sonda, se centra el nervio mediano como referencia principal, y se visualiza su estructura fascicular profundizando entre el pronador redondo, que se dispone algo aplanado para emerger de nuevo, de forma redondeada, entre los flexores superficial y profundo de los dedos (**Fig. 6-5**).

Estos dos músculos conforman la mayor parte del componente muscular del antebrazo, discurrendo el nervio entre ambos el cual va emergiendo hasta la muñeca, donde se coloca de forma superficial en el túnel carpiano. Las arterias radial y cubital emergen de la braquial a la altura del cuello del radio. La cubital acompaña al nervio mediano en su transcurso distal, quedando separado del mismo por la cabeza profunda del pronador redondo. Más distalmente se separa del nervio mediano, para alcanzar progresivamente al nervio cubital, junto al que viajará hasta la muñeca (ambos debajo del flexor cubital del carpo). La arteria radial continúa directa hacia la muñeca, al canal del pulso, pasando por encima del tendón pronador redondo, dando la arteria recurrente radial antes de llegar a él y acompañando a la rama superficial del nervio radial en su discurrir. De forma sencilla,

desde la muñeca y de forma retrógrada en cortes transversales, se pueden seguir los tendones de los palmares, flexores cubital, radial y de los dedos, donde se encuentran individualizados, para ir observando el vientre muscular al que corresponden.



Es más fácil el estudio de los diferentes músculos de forma retrógrada, desde la muñeca hacia el codo. Colocando la sonda en transversal, se localizará de forma individualizada cada tendón y cuidadosamente, sin abandonarlo, se le pedirá al paciente que vaya movilizándolo la estructura de interés, para delimitar correctamente el músculo correspondiente.

Para el estudio del componente profundo, se localizan los marcadores ecográficos de radio y cúbito y de la membrana interósea que los une como una línea ecoica. Sobre ella y hacia la mitad se visualiza, con ayuda del Doppler color, el nervio interóseo anterior junto a su arteria homónima (**Fig. 6-6**).

Siguiendo este nervio hacia proximal, se observa su unión con el mediano, y la arteria interósea con el tronco común interóseo, que es rama de la arteria cubital. Encima del nervio y la arteria, las fibras musculares que



Figura 6-5. Corte transversal del antebrazo, donde se visualiza el nervio mediano entre el flexor profundo de los dedos y el flexor superficial. RA: radio; CU: cúbito; NM: nervio mediano; FLP: flexor largo del pulgar; MIO: membrana interósea.

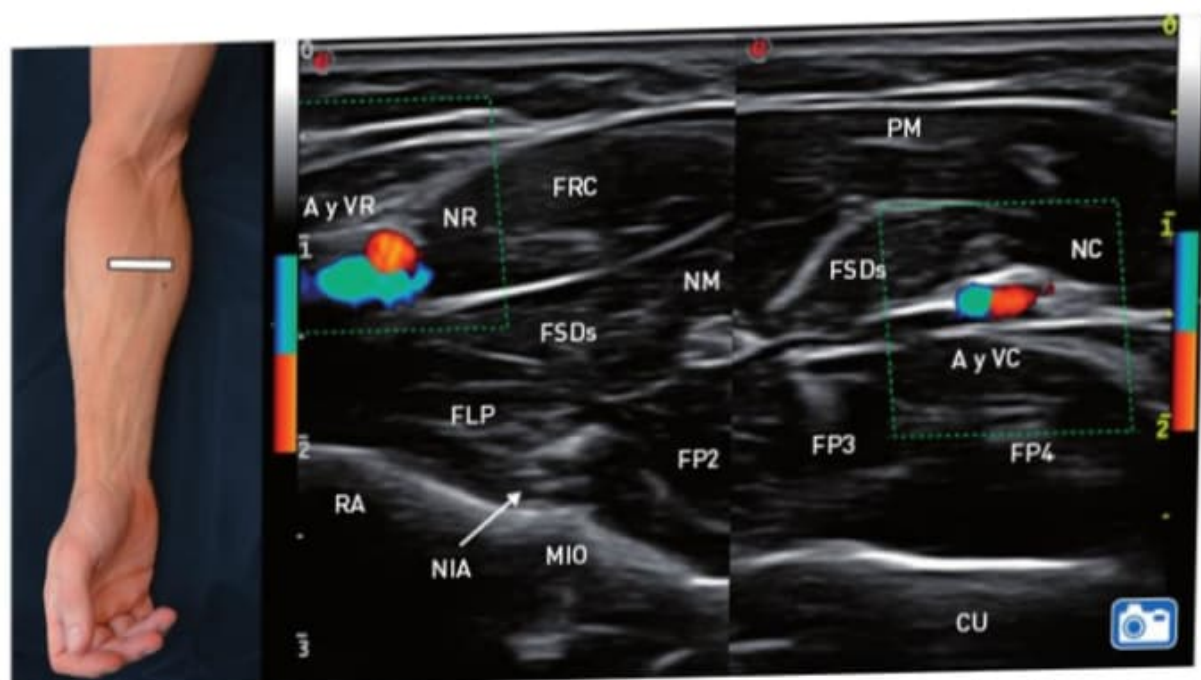


Figura 6-6. Corte transversal en la mitad del antebrazo, en el que se visualizan las diferentes estructuras del esquema de la **figura 6-4**. RA: radio; CU: cúbito; A y VC: arteria y venas cubitales; A y VR: arteria y venas radiales; NR: nervio radial; NC: nervio cubital; NM: nervio mediano; FRC: flexor radial del carpo; PM: palmar menor; FSD: flexor superficial de los dedos; FLP: flexor largo del pulgar; FP2, FP3 y FP4: flexor profundo de 2º, 3º y 4º dedos; NIA: nervio interóseo anterior; MIO: membrana interósea.

se encuentran sobre el radio corresponden al flexor largo del pulgar, y las del cúbito al flexor profundo de los dedos. Siguiendo este músculo hacia la muñeca, se observan las fibras transversales características del pronador cuadrado debajo de los tendones flexores. La arteria y el nervio interóseos anteriores se disponrán debajo del pronador cuadrado (**Fig. 6-7**).



La utilización de los marcadores ecográficos en el antebrazo es de gran utilidad, dado el alto número de estructuras que lo componen. Las referencias más utilizadas son la cortical de radio y cúbito con la membrana interósea, el nervio mediano y las arterias. La exploración con el Doppler color es fundamental para poner de manifiesto estas últimas.

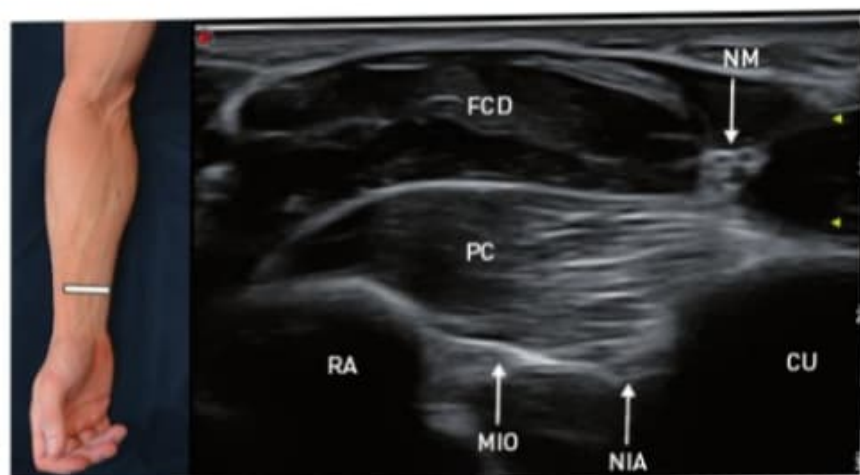


Figura 6-7. Corte transversal distal del antebrazo, donde se visualizan la musculatura flexora de los dedos y el pronador cuadrado. RA: radio; CU: cúbito; FCD: flexor común de los dedos; PC: pronador cuadrado; NM: nervio mediano; NIA: nervio interóseo anterior; MIO: membrana interósea.

■ COMPARTIMENTO POSTERIOR O DORSAL

De manera similar al compartimento anterior, el posterior o dorsal está formado por un componente profundo y otro superficial, separados por un septo transversal. La capa profunda se dispone sobre la membrana interósea y está compuesta, a nivel proximal, por el supinador corto, y distalmente de radial a cubital por el abductor largo del pulgar, los extensores corto y largo del pulgar y el extensor propio del dedo índice. Las inserciones distales de estos últimos músculos se realizan escalonadamente en las bases del primer metacarpiano, de la falange media del pulgar y de la falange distal de éste (Fig. 6-8).

El tendón del extensor del dedo índice se fusiona junto al tendón para el índice del ex-

tensor común en su lado cubital para participar en la formación del aparato extensor de este dedo. La capa superficial consta, de lateral a medial, del músculo extensor común de los dedos, el extensor del quinto de dedo y el extensor cubital del carpo (Fig. 6-9). Estos tres músculos, junto con el extensor radial corto del carpo (que pertenece al compartimento radial), presentan una inserción común en el epicóndilo mediante el potente tendón extensor común. Además de esta inserción proximal, el extensor cubital tiene una inserción ósea en la mitad del cubito y se inserta, mediante un potente tendón, en la cara cubital de la base del quinto metacarpiano. Los tendones del extensor común de los dedos se insertan distalmente en las bases de las falanges medias y distales del segundo al quinto dedo. El extensor del meñique, al igual que

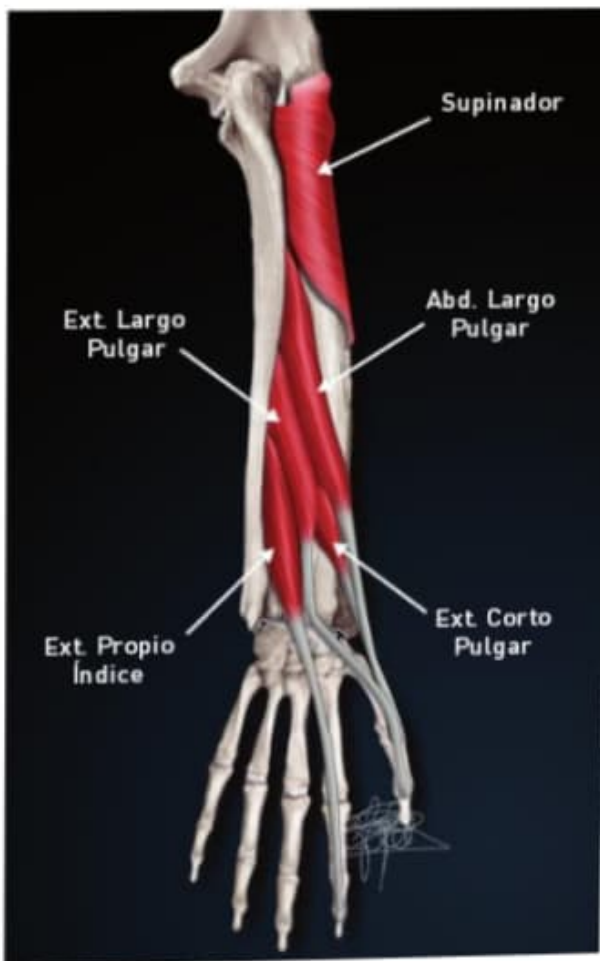


Figura 6-8. Esquema de los componentes de la capa profunda del compartimento posterior.

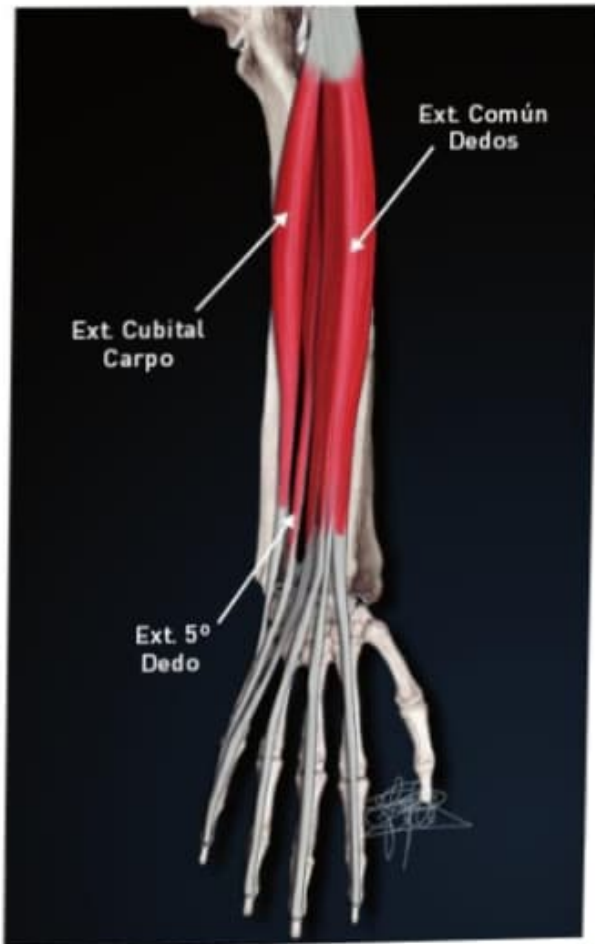


Figura 6-9. Esquema de los componentes de la capa superficial del compartimento posterior.

sucedía con el propio del dedo índice, se inserta en el lado cubital del tendón extensor de los dedos correspondiente al quinto.

El supinador y su relación con el nervio interóseo posterior ya han sido estudiados en la sección del codo, así como lo relativo al músculo más proximal de la zona posterior, el ancóneo.

Para el estudio ecográfico, se coloca la sonda en transversal, a la altura de la muñeca, y se rastrean los tendones de forma retrógrada, haciendo maniobras dinámicas para observar la unión miotendinosa de cada uno de los músculos de este compartimento posterior. Como referencias o marcadores ecográficos, se deben localizar las señales hiperecoicas de cúbito, radio y membrana interósea. Sobre ellas se visualizan, de medial a lateral (y con sus márgenes no siempre bien definidos), los vientres musculares del extensor del índice,

los extensores largo y corto del pulgar y su abductor, de tal forma que el primero en terminar su vientre muscular (y por ello, más corto) es el del dedo índice, y posteriormente el del extensor corto, con lo que más o menos a mitad del antebrazo, sobre la membrana, encontraremos tan sólo fibras del extensor largo y del abductor del pulgar (éste último es el mayor de ellos). Encima de estos paquetes musculares y separados por un definido septo transversal hiperecoico, se observan los músculos de la capa superficial. Se encuentran, de medial a lateral, el extensor cubital del carpo, el extensor del meñique y el extensor común de los dedos, perfectamente delimitados por sus epimisios. A nivel más proximal, se pueden observar los círculos correspondientes a cada uno de ellos, con el inicio en su interior del tendón intramuscular según se desciende a la muñeca (**Fig. 6-10**). Una vez

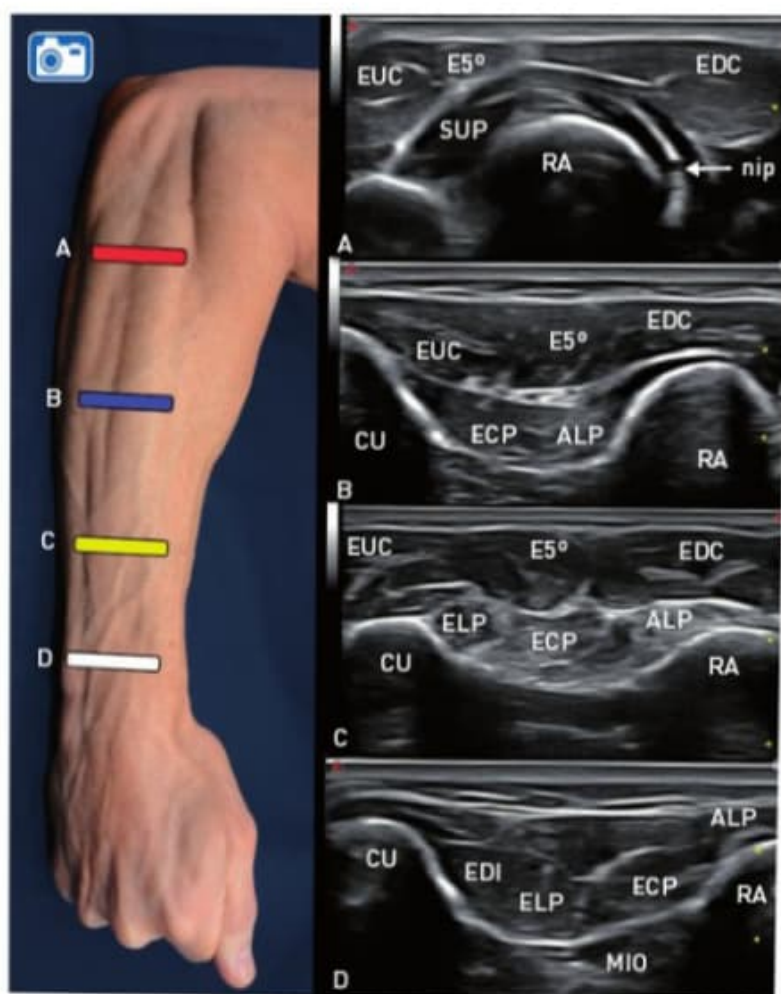


Figura 6-10. Corte transversal de la cara posterior del antebrazo a diferentes niveles. **A)** Tercio proximal, con visualización de la musculatura extensora de las dos capas. **B)** Tercio medio proximal. **C)** Tercio medio distal. **D)** Tercio distal. Capa superficial: EUC: extensor cubital del carpo; E5°: extensor del quinto dedo; EDC: extensor común de los dedos. Y capa profunda: ELP: extensor largo del pulgar; ECP: extensor corto del pulgar; ALP: abductor largo del pulgar; EDI: extensor propio del índice; CU: cúbito; RA: radio; MIO: membrana interósea.

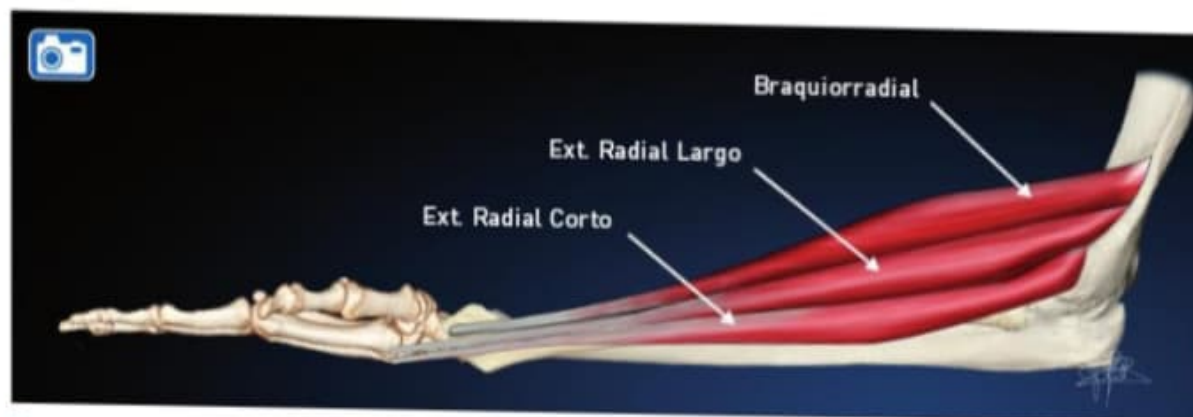


Figura 6-11. Dibujo anatómico de los componentes del compartimento radial.

en ella, formados e individualizados los tendones, se pueden seguir en sus compartimentos extensores hasta las inserciones distales descritas previamente en la anatomía.

■ COMPARTIMENTO RADIAL O MÓVIL

Los tres músculos que contiene este compartimento son los dos radiales (extensor radial del carpo largo y el corto) y el braquiorradial, por lo que también recibe el nombre de compartimento o grupo radial (Fig. 6-11).

La denominación de «móvil» hace referencia al cambio posicional que se produce en ellos con la pronosupinación. El braquiorradial es el más superficial y lateral; nace, junto con el extensor radial largo, de la cresta supracondílea del húmero, mientras que, como se ha visto previamente, el extensor radial corto pertenece, en su inserción

proximal, al tendón extensor común del epicóndilo. El braquiorradial es un gran músculo que forma el relieve muscular del borde cubital del antebrazo y desciende hasta la muñeca, donde termina, insertándose en el radio justo por encima de la estiloides radial. Parcialmente tapado por él se encuentra el extensor radial largo, que se dirige distalmente a la muñeca, formando un tendón que se insertará en el dorso del segundo metacarpiano. El extensor radial corto se encuentra parcialmente cubierto por el largo y forma su tendón en el tercio distal del antebrazo, acompañando dentro de la tabaquera anatómica al tendón del largo, y se inserta en la base del tercer metacarpiano. Como se vio en el compartimento volar, la arteria radial y el nervio superficial radial descienden hacia la muñeca debajo del braquiorradial, entre el compartimento móvil y el anterior (Fig. 6-12).



Figura 6-12. Corte transversal de la musculatura del compartimento radial en el tercio medio del antebrazo. ERB: extensor radial breve o corto; ERL: extensor radial largo; BR: braquiorradial; RA: radio.

En ecografía, es más sencillo seguir cada músculo desde la muñeca hacia el codo, con los tendones individualizados, hasta donde el tendón intramuscular se expande y desaparece, momento en el que da la sensación de fusión de los distintos vientres musculares y es difícil distinguir los límites de cada músculo y seguir su correcta inserción proximal.

La fascia braquiorradial nos sirve de referencia ecográfica para distinguir el braquiorradial del extensor común de los dedos en su vertiente proximal. Rastreando con la sonda hacia proximal en transversal, cuando se deja de ver el extensor común de los dedos aparece el tendón común extensor o conjunto, con su



En ocasiones, al seguir los tendones de forma retrógrada, podemos acabar en el vientre muscular de otro músculo, debido a la sensación de fusión que da la imagen ecográfica de los distintos vientres musculares. Por ello, realizar las maniobras dinámicas de flexoextensión de los dedos nos ayudará a efectuar su correcta individualización.

forma característica de boina (v. **Fig. 5-17**). El tendón proximal del extensor radial corto se observa como una imagen triangular entre los vientres de los otros dos músculos que se va incorporando al tendón común extensor.

RESUMEN



- El antebrazo se considera en su estudio con tres caras: anterior, posterior y radial (o compartimento móvil). En la cara anterior se encuentran la musculatura flexora, la pronadora y los nervios mediano, radial y cubital; en la posterior observamos la musculatura extensora y la supinadora; en el compartimento móvil se hallan los músculos radiales corto y largo y el braquiorradial.
- En la cara anterior se usa el mediano como marcador ecográfico y en la posterior conviene localizar distalmente, en eje transversal, los tendones extensores, y desplazarse en dirección proximal, estudiando los vientres musculares que van apareciendo. El mismo procedimiento se usará para el compartimento radial.
- Al igual que sucede con el brazo, ésta no es una zona de asiento frecuente de patología excepto en su tercio distal, que corresponde prácticamente a la muñeca. Conocer bien la ecografía del antebrazo supone un paso más allá de lo habitual en el conocimiento anatómico y nos permitirá seguir el recorrido de los distintos nervios buscando los clásicos sitios de atrapamiento, que es el auténtico reto de la disciplina en esta localización.

MATERIAL COMPLEMENTARIO



- **Vídeo 6-5:** Recorrido del nervio mediano desde el bíceps proximal al codo y hasta el túnel carpiano.
- **Vídeo 6-6:** Nervios y arterias en antebrazo.
- **Vídeo 6-10:** Corte transversal de la musculatura en antebrazo desde supinador hasta muñeca.
- **Vídeo 6-11:** Seguimiento de los radiales desde la muñeca hasta el codo primero el radial corto y luego el largo.

■ ■ INTRODUCCIÓN

Los avances tecnológicos experimentados, tanto en las sondas de alta frecuencia como en la resolución de los equipos ecográficos, han mejorado considerablemente la ecografía de la mano y de la muñeca.

Para la exploración de estas áreas, se utilizan sondas de 7 a 18 MHz, que permiten la valoración de forma fidedigna de las estructuras: tendones, músculos, nervios, ligamentos, vasos y superficies articulares.

Si a la alta resolución de la ecografía se le añade la de otras técnicas radiológicas como la resonancia magnética, aumentan de forma exponencial la sensibilidad y la especificidad del diagnóstico de las patologías.

La prevalencia de lesiones en el carpo y la mano es alta, siendo su etiología muy variada: traumática, degenerativa, infecciosa e inflamatoria.

■ ■ ECOANATOMÍA DEL CARPO

La muñeca es una estructura compleja, tanto desde el punto de vista anatómico como desde el mecánico. A diferencia de otras articulaciones, que presentan para su estudio ecográfico cuatro caras (anterior, posterior, medial y lateral), la muñeca se divide en dos caras: la anterior o palmar y la posterior o dorsal.

La parte ósea está formada por ocho huesos carpianos dispuestos en dos filas, proximal y distal. La proximal está compuesta por: escafoides, semilunar, piramidal y pisiforme. Esta primera línea ósea articula directamente con el radio y el cúbito. La distal la forman: trapecio, trapecoide, hueso grande y ganchoso. Estos huesos articulan con los metacarpianos.

Según esta disposición anatómica, la muñeca se divide en tres articulaciones: radio cubital distal, radio carpiana y mediocarpiana (**Fig. 7-1**).

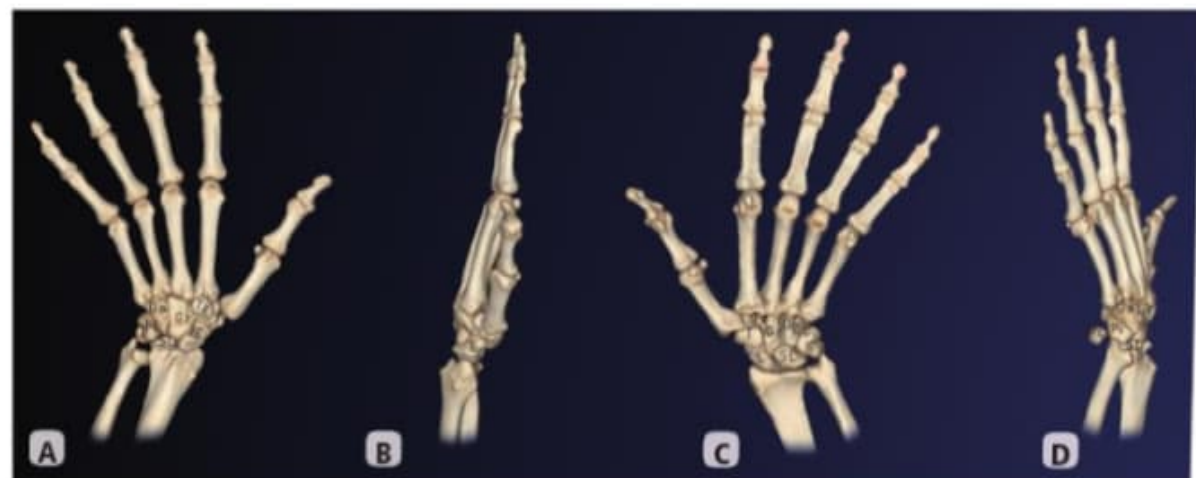


Figura 7-1. Imagen de las estructuras óseas de la muñeca. E: escafoides; Ga: ganchoso; Gr: grande; Tz: trapecoide; T: trapecio; Pi: piramidal; PS: pisiforme; SL: semilunar.

La articulación radiocubital distal es de tipo trocoide y permite articular las superficies distales, tanto del radio como del cúbito. Para crear una superficie articular más homogénea, con respecto a la primera fila de huesos carpianos existe una estructura meniscal, llamada fibrocartilago, que se sitúa en el vértice del hueso cubital. Esta estructura articular permite la pronosupinación de la mano.

La articulación radiocarpiana es una diartrosis de tipo condílea que une la parte distal del radio con la primera línea del carpo.

La articulación mediocarpiana une los huesos de la fila proximal del carpo con la distal. Esta última articulación de la muñeca da fuerza y estabilidad a los movimientos de la mano.

La unión de estas articulaciones se consigue gracias a numerosos ligamentos, que se dividen en intrínsecos y extrínsecos. La lesión de los primeros produce inestabilidad y, con el tiempo, degeneración articular y dolor. Dentro de los ligamentos intrínsecos, el más destacado, por ser valorable con ecografía, es el escafolunar dorsal.

Los tendones de la muñeca y de la mano pasan por unos túneles osteofibrosos, lo que les permite seguir una disposición paralela al hueso. Por la cara dorsal discurren los tendones extensores, y por la cara volar o palmar, los flexores. El paso por estos túne-

les les confiere estabilidad durante los movimientos, evita la fricción y permite un correcto deslizamiento dentro de la estructura osteofibrosa. Poseen una vaina sinovial que los recubre de forma individual o conjunta, según los casos.

Cara dorsal del carpo

Los tendones extensores se disponen en la cara dorsal de la muñeca, sujetos por unos retináculos fibrosos que se anclan a los rebordes óseos de los huesos radial y cubital, evitando que en la extensión hagan el fenómeno de «cuerda de arco».

Según estos túneles osteofibrosos, la zona dorsal se divide en seis compartimentos, comenzando desde el lado más radial (Fig. 7-2).

En el primer compartimento se sitúan los tendones del abductor largo del pulgar y extensor corto del pulgar, de forma contigua.

En el segundo compartimento se sitúan los tendones de los extensores radial largo y corto del carpo.

En el tercer compartimento, y limitado por el tubérculo de Lister, se sitúa el extensor largo del pulgar.

En el cuarto compartimento, que es el más amplio, se sitúan los tendones del extensor común de los dedos, desde el segundo al quinto dedo, además del extensor propio del

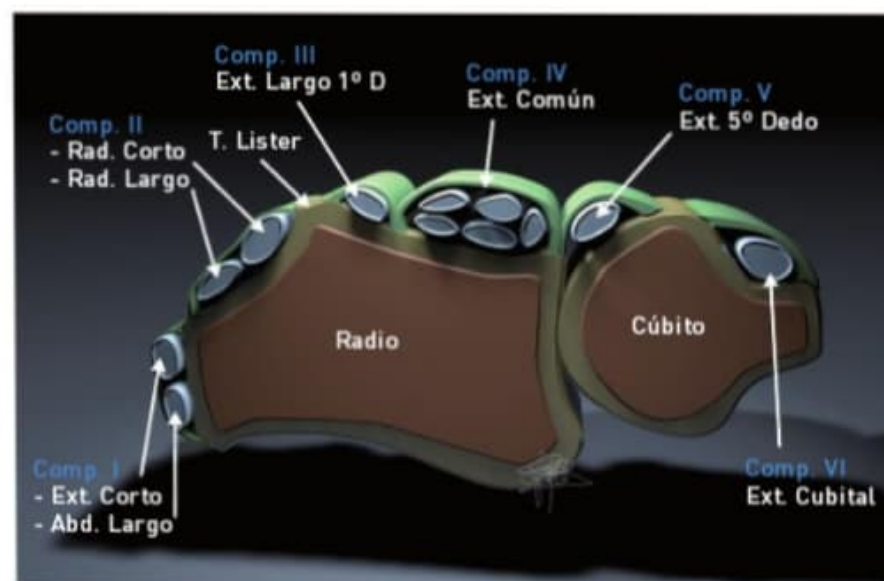


Figura 7-2. Esquema de los compartimentos extensores de la muñeca.

índice, un tendón rudimentario que puede estar ausente en el 40% de las personas.

En el quinto compartimento se dispone el extensor propio del meñique.

En el sexto compartimento, el más cubital y último, está el extensor cubital del carpo.

Los tendones del primer compartimento y el extensor largo del pulgar forman los límites volares y dorsales de la tabaquera anatómica.

Para la valoración ecográfica de la zona, el paciente debe estar sentado cómodamente enfrente del ecografista, con la mano en una superficie horizontal. Para favorecer los movimientos activos y pasivos de la muñeca, se puede colocar la mano sobre una almohadilla. Se realizarán durante el estudio ecográfico movimientos de flexoextensión, desviación cubital o radial y también movimientos de pronosupinación, valorando la congruencia de la imagen ecográfica con los síntomas y signos que presente el paciente.

Se recomienda mantener una sistemática de exploración, comenzando por la cara dorsal y después continuando con la cara volar.

El estudio ecográfico de la cara dorsal de la muñeca se inicia con cortes transversales de los diferentes compartimentos, ya que de esta forma es más fácil la localización de los tendones. En el corte transversal, el tendón se ve como una imagen redondeada, cubierta de la vaina sinovial, y sobre él una imagen más ecogénica, que corresponde al retináculo extensor (**Fig. 7-3**).

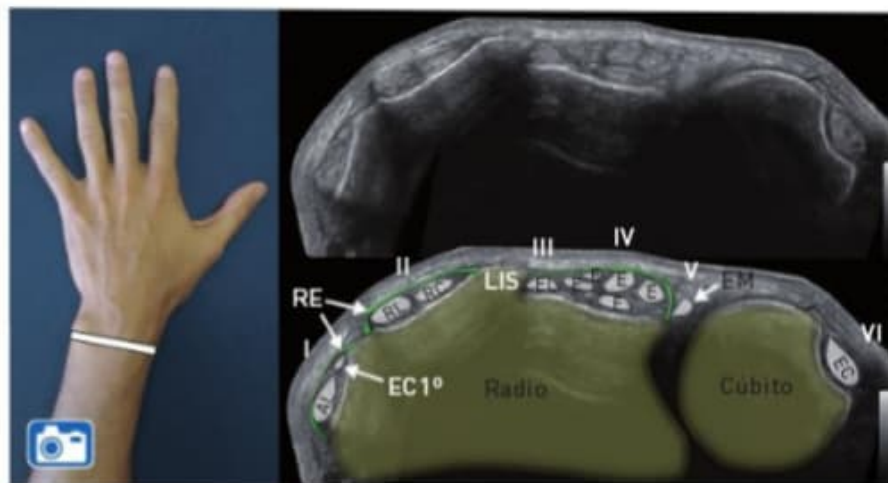
Se recomienda identificar cada músculo por separado y seguirlo hasta su inserción distal en transversal. Las imágenes obtenidas en cortes longitudinales nos permitirán valorar el patrón fibrilar y su deslizamiento bajo el retináculo.

Se comienza por el lado radial del carpo, acercando progresivamente el transductor a la zona cubital. En cada compartimento se debe identificar cada uno de sus componentes.

Con equipos de alta resolución, es posible observar los anclajes del retináculo al hueso. El retináculo extensor da una imagen de banda ecogénica sobre los tendones, que tiene tabicaciones rodeando a los diferentes grupos tendinosos y forma así los diferentes compartimentos. Estas bandas se observan hipoeoicas, por efecto de la anisotropía. También se han de valorar las cubiertas tendinosas.

Se localiza como referencia el tubérculo de Lister, que se visualiza como una prominencia ósea en la cara dorsal del hueso radial y separa el segundo del tercer compartimento. De forma sencilla, para recordar la disposición desde la primera a la tercera corredera, seguiremos la regla de disposición tendinosa largo-corto-largo-corto-largo. Es decir: empezando por la primera corredera con el abductor largo del pulgar seguido del extensor corto, en la segunda corredera se encuentran los radiales largo y corto, y en la tercera el extensor largo del pulgar.

Figura 7-3. Reconstrucción ecográfica de la muñeca en corte transversal que muestra los tendones extensores estabilizados por el retináculo extensor. RE: retináculo; EC1°: extensor corto 1º dedo; AL: abductor largo; RL: radial largo; RC: radial corto; LIS: Lister; EL: extensor largo del pulgar; E: tendón extensor de los dedos; EM: extensor del meñique; EC: extensor cubital del carpo.



Para valorar el primer compartimento, se coloca la sonda en la apófisis distal del radio e, inclinándola hacia la parte más lateral de la muñeca, se localiza un surco plano en la corteza del radio, sobre el que se sitúan los dos tendones del abductor largo del pulgar y del extensor corto del pulgar, situados uno junto al otro de forma alineada (**Fig. 7-4 A**).

Moviendo la sonda a una posición más distal, en este compartimento se observa cómo estos dos tendones pasan por fuera del escafoides, formando el límite de la tabaquera anatómica. Entre estas dos estructuras se localizan la arteria y la vena radial.

Los tendones radiales de la segunda corredera se insertan en las bases del segundo y el tercer metacarpiano. En el corte transversal se visualizan juntos, aproximadamente del mismo tamaño y sobre una base más o menos plana, que corresponde al radio (**Fig. 7-4 B**).

El extensor largo del pulgar en la tercera corredera se observa lateral al tubérculo de Lister, ubicado en una pequeña fosita (**Fig. 7-4 C**).



Entre el segundo y el tercer compartimento existe una prominencia ósea a nivel radial, llamada tubérculo de Lister, que utilizaremos como referencia ecográfica.

Los tendones de la primera y la tercera corredera se insertan en escalera, de proximal a distal; es decir: el abductor largo en la base del primer metacarpiano, el extensor corto en la base de la falange proximal, y el extensor largo en la base de la falange distal (**Fig. 7-5**).

Lateral a él se observan, en el cuarto compartimento, los tendones extensores del segundo al quinto dedo, más el propio del dedo índice (**Fig. 7-6 B**). Es difícil saber exactamente qué imagen corresponde a cada tendón; pero si se realizan maniobras dinámicas de flexoextensión y desplazando la sonda a la vez distal y proximalmente, se pueden individualizar correctamente. A esta altura, el retináculo extensor que rodea el cuarto compartimento es más grueso que los demás, y no debe ser confundido con patología.

Ya sobre el cúbito y lateral al cuarto compartimento, se visualiza el pequeño tendón ovalado del extensor del muñequé (**Fig. 7-6 B**).

Estos tendones extensores se insertan de forma distal en los dedos en un complejo sistema extensor que llega hasta la base de la falange distal, y pueden darse conexiones intertendinosas entre los tendones a nivel distal de la mano para favorecer aún más ésta función.

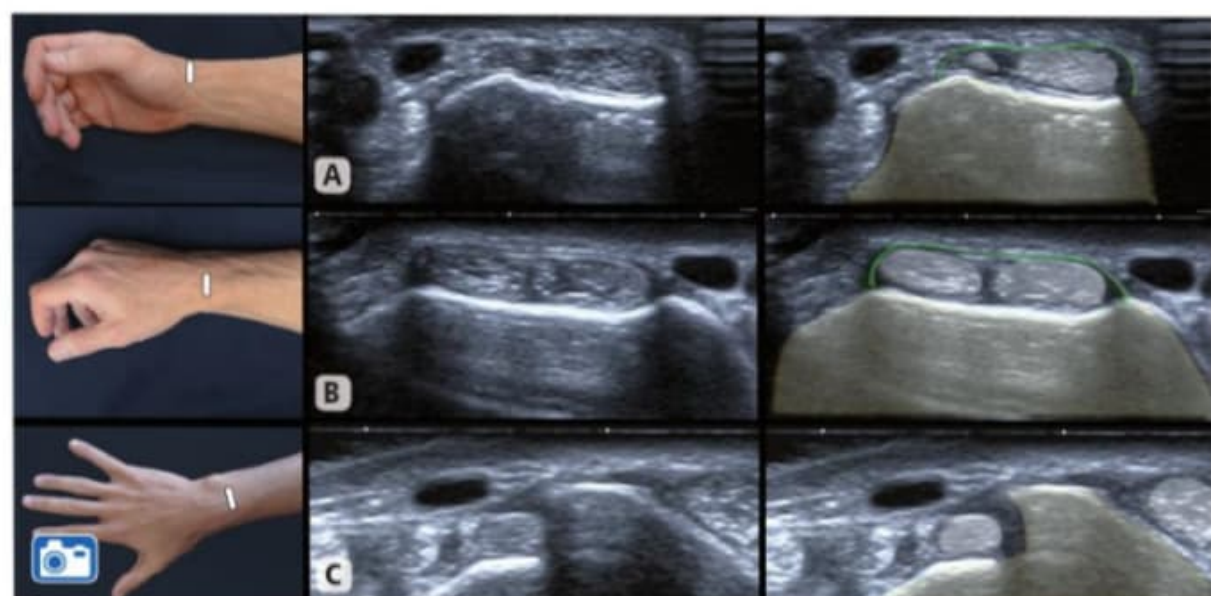
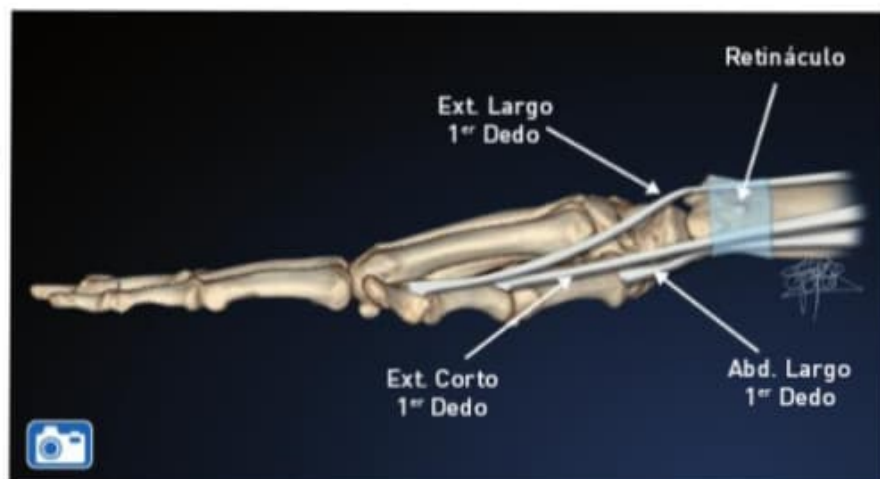


Figura 7-4. Imagen ecográfica en corte transversal de los tres primeros compartimentos extensores. A) Primer compartimento. B) Segundo compartimento. C) Tercer compartimento.

Figura 7-5. Esquema de la disposición en escalera de las inserciones distales de los tendones de la primera y la tercera corredera.



Finalmente, en la sexta corredera se encuentra el tendón extensor cubital del carpo (**Fig. 7-6 A**), tendón grande y de fácil visualización, ubicado sobre una pequeña depresión cóncava a modo de cuna donde queda estabilizado por el retináculo extensor, el cual se fija en el borde de la apófisis estiloides del cúbito. En el corte longitudinal, pasa por encima de la estiloides del cúbito y descansa sobre la superficie dorsal del hueso gancho-so para insertarse en la cara cubital de la base del quinto metacarpiano.

La mejor forma de poder valorar todos los tendones es tomar cada tendón o grupo de tendones por separado, y los compartimentos de forma secuencial. Primero reconociendo el tendón y luego siguiéndolo en todo el recorrido, tanto en longitudinal como en transversal.

Para valorar los ligamentos del carpo, se coloca el transductor en transversal, ligeramente distal al tubérculo de Lister, y se identifican los rebordes óseos de escafoides y

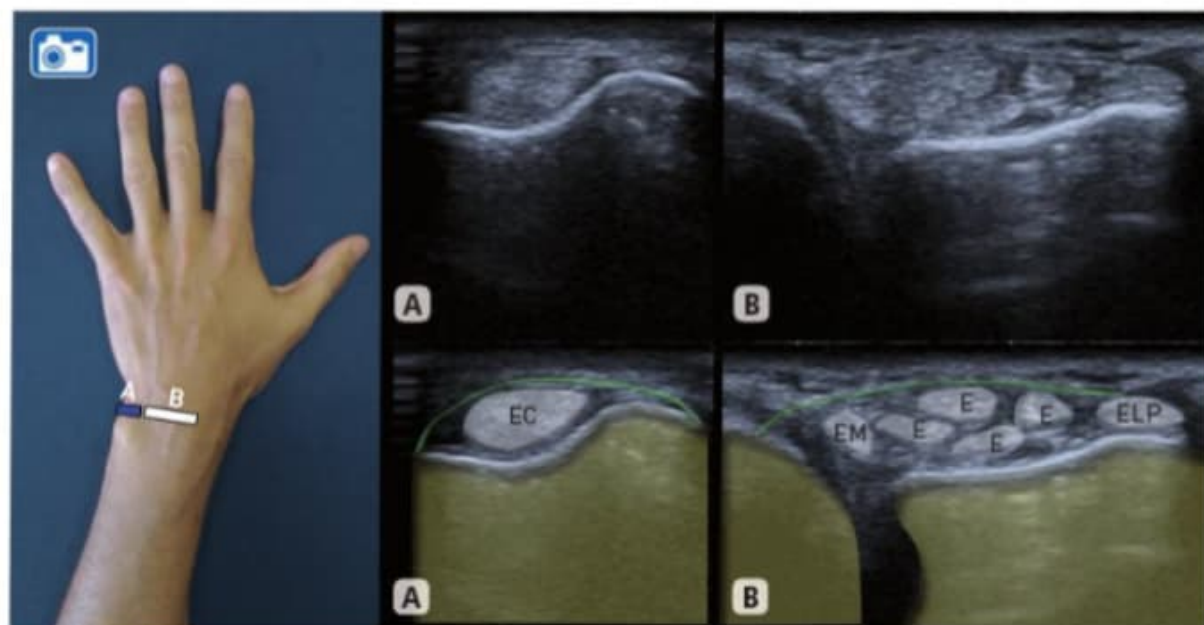


Figura 7-6. Imagen ecográfica en corte transversal de compartimentos extensores. **A)** Compartimento VI. **B)** Compartimentos III, IV, y V. EC: extensor cubital del carpo; E: tendones extensores; ELP: extensor largo del pulgar.

semilunar. Se puede observar el ligamento escafolunar dorsal como una imagen fibrilar ecoica que los une. Desplazando la sonda ligeramente hacia el lado cubital, se puede observar el ligamento lunopiramidal. Para su buena valoración se precisan transductores de alta frecuencia, por lo que, en la mayor parte de las ocasiones, lo que se valora es la tensión de este ligamento, para lo cual se fuerza una desviación cubital o una flexión forzada. La medida entre ambos huesos no debe ser mayor de 2 mm.



La mayoría de los ligamentos de la muñeca no se pueden explorar con ecografía, aunque el aparato sea de alta resolución. Los que podremos explorar mejor son el escafolunar y el ligamento colateral cubital.

Cara palmar del carpo

Los nueve tendones flexores de la muñeca se disponen en su cara palmar o volar. Estos tendones pasan por debajo de un túnel fibroso que forma un retináculo flexor, llamado túnel del carpo (Fig. 7-7).

El túnel carpiano está limitado en su base por los huesos del carpo, que se disponen de forma cóncava, y en la parte superior por el

ligamento anular del carpo. Sus límites óseos son: en el lado radial, escafoides y trapecio, y en el lado cubital, pisiforme y ganchoso.

Atraviesan este túnel los tendones flexores superficiales y profundos de los dedos, el flexor largo del pulgar y el nervio mediano.

Los tendones flexores pasan en dos filas superpuestas. El nervio mediano tiene una disposición variable, pero en general suele ser superficial a los tendones flexores del segundo y el tercer dedo, y cubital al flexor largo del pulgar. Según progresa el nervio mediano a través del túnel del carpo, se vuelve más delgado y deja de estar en una zona tan superficial para hacerse más profunda; por este motivo, para poder valorar el nervio mediano, se ha de oblicuar la sonda o flexionar la muñeca.

Nada más salir del túnel del carpo, el nervio mediano se divide en varias ramas para inervar los dedos.

En el límite superior y cubital del túnel del carpo, se localiza el canal de Guyon, cuyos límites son: en la cara dorsal, el ligamento transversal del carpo; en la cara radial, el ligamento palmar superficial del carpo, y en la cara cubital, el pisiforme. En el interior del canal de Guyon se localizan la arteria y vena cubitales y el nervio cubital (v. Fig. 7-7). En la zona proximal, el ligamento transversal del

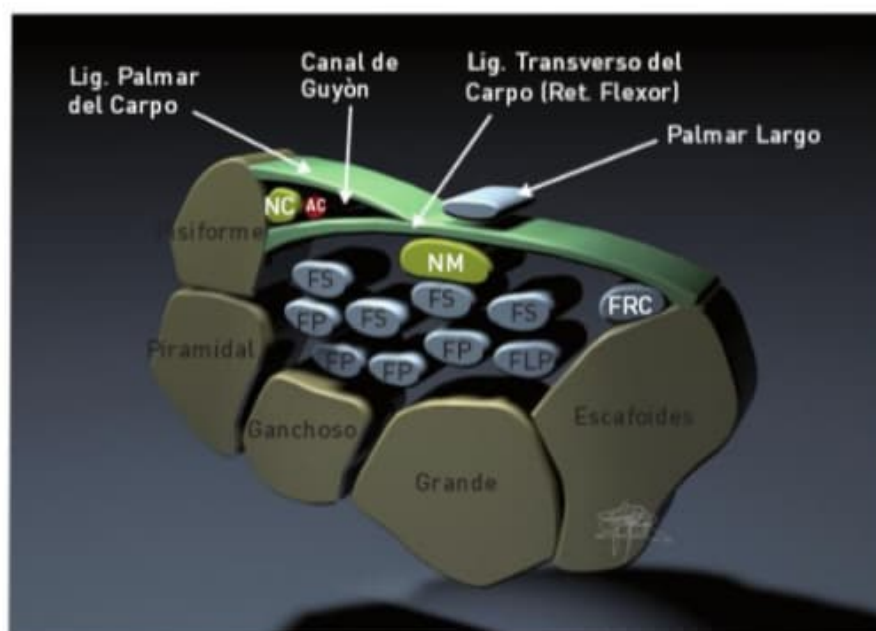


Figura 7-7. Esquema de los tendones flexores y del túnel carpiano. FS: flexor superficial; FP: flexor profundo; NM: nervio mediano; FRC: flexor radial del carpo; NC: nervio cubital; AC: arteria cubital.

carpo es más ancho y menos grueso, similar a un triángulo invertido, llegando a medir 1,5 mm de grosor.

Se inicia la exploración ecográfica localizando el músculo pronador cuadrado, que se visualiza en la metafisis distal de cúbito y radio, por encima de la articulación radiocubital y por debajo del músculo flexor profundo de los dedos. Ecográficamente se ve como un músculo ecoico, aplanado, de morfología y fibrillaridad características, como se comentaba en el capítulo anterior (v. **Figs. 6-2 y 6-7**).

También se pueden valorar las arterias radial y cubital como dos imágenes anecoicas y pulsátiles, una en el lado radial y la otra en el cubital, que se rellenan de color al aplicar el Doppler color.



Se debe recordar que, para la valoración de los vasos de la muñeca, no debe aplicarse mucha presión con el transductor, para evitar su colapso.

Colocando la muñeca en posición lateral, con la zona radial en la camilla, se visualiza una imagen triangular hiperecoica, homogénea, de un grosor de 2,5 mm entre la apófisis estiloides del cúbito y el hueso piramidal, que corresponde al fibrocartilago (**Fig. 7-8**). Para su exploración, se aconseja utilizar de ventana acústica el tendón extensor cubital del carpo, aunque la ecografía no es el estudio más aconsejable para valorar esta estructura. En la parte más superficial, se observa una imagen hiperecoica fibrilar que corresponde al ligamento colateral cubital.

Volviendo a posicionar la mano con la parte dorsal apoyada en la camilla, se coloca la sonda en cortes transversales y se desliza hacia distal hasta la primera fila de los huesos del carpo. A este nivel se valoran la parte proximal del túnel del carpo, con el nervio mediano (que aquí se hace más superficial), y del canal de Guyon, por el que pasan el nervio y la arteria cubital.

En ecografía, se deben localizar los dos límites óseos proximales (escafoides y pisiforme) en una sola imagen, ajustando la orientación de la sonda para visualizar mejor el contenido del túnel (**Fig. 7-9**).

El ligamento transversal da una imagen de anisotropía, pero debido a su forma convexa, en la parte más proximal lo podemos ver hiperecoico.

Dentro del túnel se disponen los tendones del flexor superficial de los dedos, del flexor profundo de los dedos y del flexor largo del pulgar. El nervio mediano se observa, más superficial, sobre los tendones flexores superficiales del segundo y el tercer dedo.



Para diferenciar cada uno de los tendones, deberemos pedir al paciente que haga movimientos suaves de flexoextensión.

Éstas son las estructuras que se deben rastrear dentro del túnel del carpo, aunque existen variantes anatómicas que, por su frecuencia, hay que tener en cuenta: músculos accesorios, nervio mediano bifido o una arteria mediana que acompañe en su trayecto al nervio mediano. Pueden ser hallazgos

Figura 7-8. Imagen ecográfica del fibrocartilago triangular y del extensor cubital del carpo. TEC: tendón extensor cubital; PI: piramidal; FC: fibrocartilago; CU: cúbito. Izquierda: posición de la sonda.

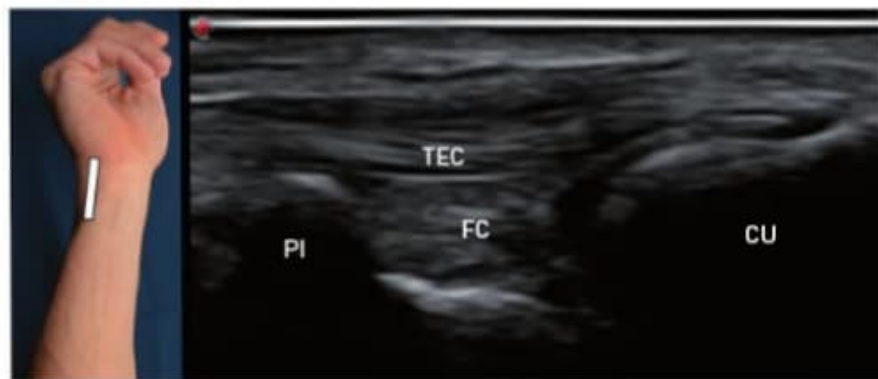




Figura 7-9. Imagen ecográfica de la muñeca en corte transversal, en la que se visualiza la parte proximal del túnel carpiano. ES: escafoides; PS: pisiforme; NM: nervio mediano; LPC: ligamento palmar del carpo; RF: retináculo flexor; FRC: flexor radial del carpo; FX: tendón flexor. **Izquierda:** posición de la sonda. A y N Cubit.: Arteria y nervio cubital.

casuales y no dar patología o, por el contrario, ser la causa de compresión a este nivel. Es fundamental tenerlo en cuenta, especialmente durante la cirugía del túnel.

El nervio mediano se estudia en corte transversal en su entrada en el túnel por debajo del retináculo flexor. En esta zona presenta una forma ovoidea, con un diámetro transversal más largo que el antero-posterior. Pueden observarse sus fascículos y el epimisio hiperecoico rodeándolo (v. **Fig. 7-9**).

El nervio, según discurre a lo largo del túnel, se va incurvando hacia la profundidad, para terminar dando sus ramas distales en la salida del túnel. Para evitar la anisotropía en este punto, se debe inclinar la sonda buscando la perpendicularidad de la señal sónica.

Para valorar la parte más distal del túnel del carpo, hay que localizar el trapecio, que presenta ecográficamente una superficie volar

plana y la imagen curvilínea del gancho del ganchoso. Aquí es más difícil la valoración ecográfica de los diferentes tendones, por su apiñamiento (**Fig. 7-10**).

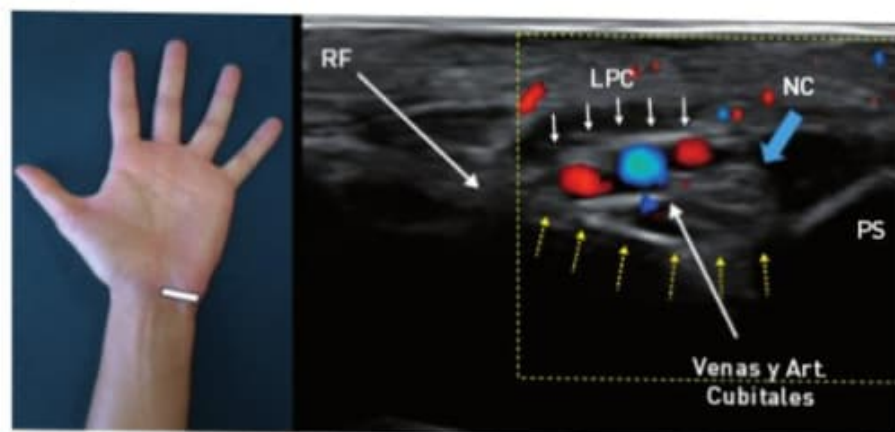
La valoración ecográfica del carpo se completa con el estudio del canal de Guyon. Los límites de este canal, como se ha visto en la anatomía, son: el suelo que lo forma, el ligamento transversal del carpo, el techo (que es el ligamento palmar superficial) y, en la región cubital, el hueso pisiforme (**Fig. 7-11**).

En su interior se identifican la arteria y las venas cubitales, que en ecografía son anecoicas. La arteria pulsátil y la vena son colapsables a la mínima presión, y puede existir más de una. Entre la arteria cubital y el hueso pisiforme se halla el nervio cubital, con unas dimensiones de 2 a 2,5 mm. A la salida del canal de Guyon, se observa cómo se divide el nervio cubital en sus dos ramas, profunda y superficial.



Figura 7-10. Imagen ecográfica en corte transversal distal del túnel carpiano. TR: trapecio; GA: gancho; NM: nervio mediano; RET: retináculo. **Izquierda:** posición de la sonda.

Figura 7-11. Imagen ecográfica en corte transversal del canal de Guyon. LPC: ligamento palmar del carpo [→]; RF: retináculo flexor [→]; PS: pisiforme; NC: nervio cubital. **Izquierda:** posición de la sonda.



■ ■ ECOANATOMÍA DE LA MANO

Tras el estudio de los huesos del carpo, se valoran los de la mano, formados por cinco huesos metacarpianos que articulan con las falanges.

La mano está formada por tres articulaciones tipo bisagra, o diartrosis: las metacarpo-falángicas, las interfalángicas proximales y las interfalángicas distales (v. **Fig. 7-1**). Estas articulaciones permiten la realización de los movimientos de flexión y extensión, así como los de los planos sagital y frontal. La parte proximal de la articulación es esférica, y la superficie sobre la que articula es plana o ligeramente cóncava. Están reforzadas por el ligamento palmar, que también se denomina placa volar fibrocartilaginosa o placa palmar, y es similar a los meniscos de la rodilla y al fibrocartilago triangular de la muñeca. La placa palmar se extiende hacia los cinco dedos, y en cada dedo tiene surcos que permiten el paso de los tendones flexores de los

dedos, los cuales quedan anclados a las placas palmares gracias a las poleas, que son cinco por dedo, y a las bandas cruciformes, que son tres (**Fig. 7-12**).

Desde el punto de vista biomecánico, la flexión y la extensión de los dedos son movimientos muy complejos que exigen el buen funcionamiento de todo este sistema muscular, ligamentoso y tendinoso.

Los cuatro tendones extensores, desde el índice al meñique, se disponen de una forma superficial y no están envueltos por vaina sinovial.

La disposición de los tendones extensores es más compleja que la de los flexores, ya que se dividen en tres ramas: una central, que discurre por la zona media hasta insertarse en la base de la falange media, y dos laterales, que se insertan en la base de la falange distal (**Fig. 7-13**).

Los tendones flexores, tanto los superficiales como los profundos, tras dejar el túnel del carpo deben pasar por los túneles digitales

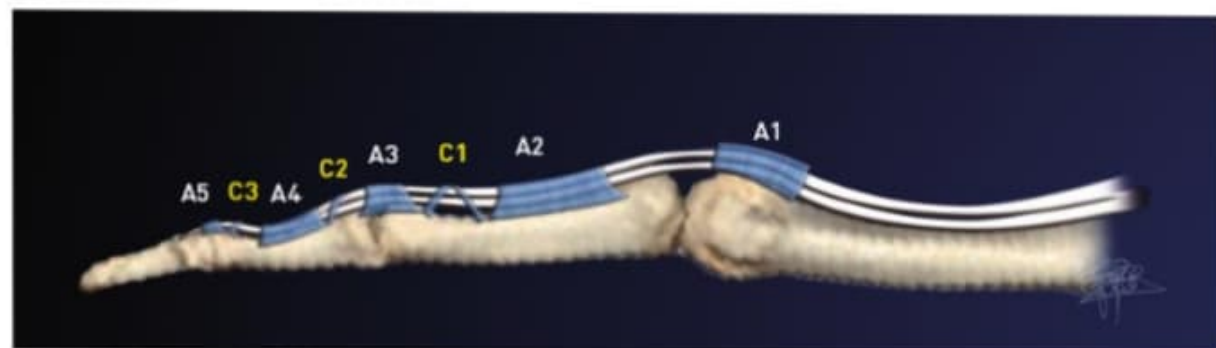


Figura 7-12. Esquema de las poleas y su relación con los tendones flexores.

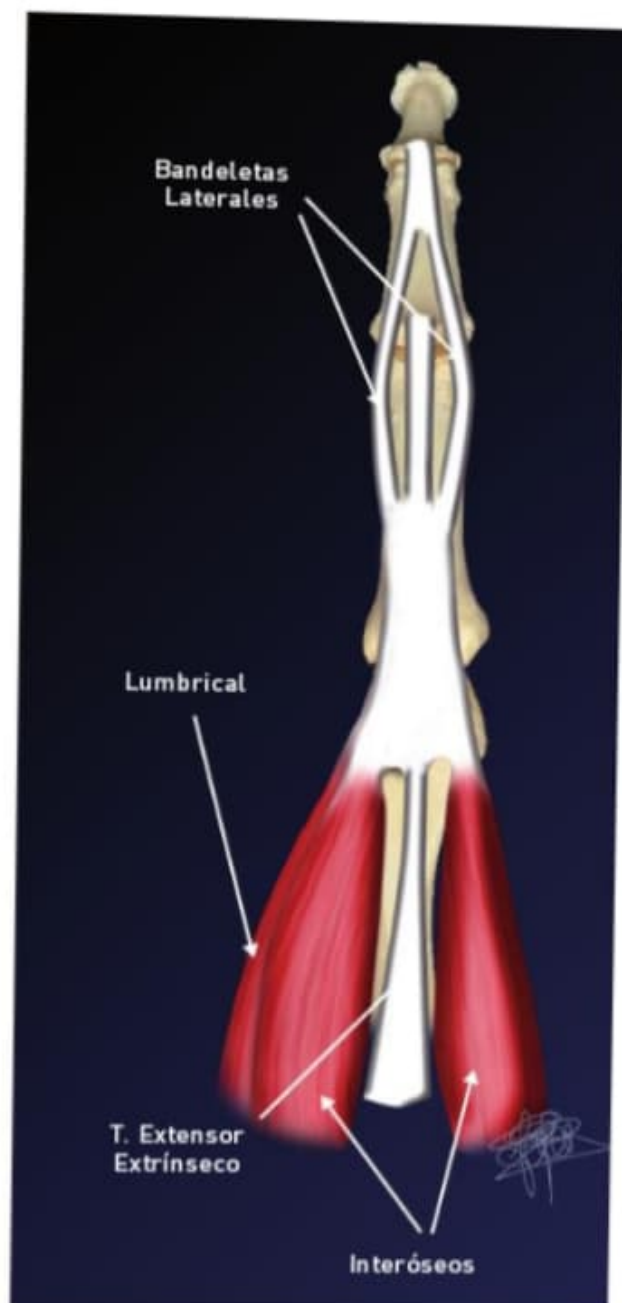


Figura 7-13. Esquema del aparato extensor de los dedos.

osteofibrosos. Dichos tendones están envueltos en una vaina sinovial común que les permite su deslizamiento. A la altura de la base de la falange proximal, el tendón superficial se divide y pasa por los laterales del tendón profundo, hasta insertarse en la metáfisis de la segunda falange; esta zona recibe el nombre de quiasma de Camper. El tendón profundo continúa hasta su inserción en la base de la tercera falange (**Fig. 7-14**).

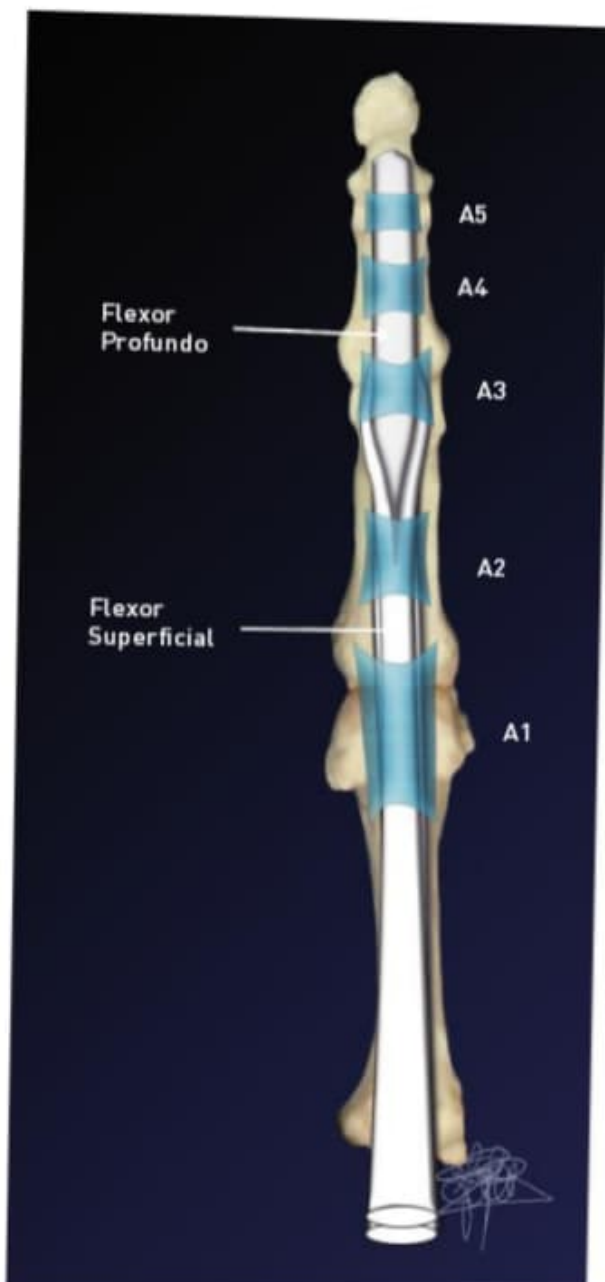


Figura 7-14. Esquema del aparato flexor.

El tendón flexor largo del pulgar pasa, atravesando los fascículos musculares superficial y profundo del flexor corto del pulgar, a la altura de la eminencia tenar.

La fascia profunda de la mano es la continuación del ligamento trasverso del carpo y tiene forma triangular, con la base en la zona más distal. Esta fascia se continúa a lo largo de los dedos, fusionándose con las poleas y las bandas cruciformes. De las cinco poleas,

las A2 y A4 son las más fuertes y rígidas, vitales para mantener el tendón en su posición durante el movimiento.

Los músculos que conforman la mano se dividen en tres grupos: los de la eminencia tenar, los de la hipotenar y los centrales de la mano.

En la eminencia tenar, de la zona superficial a la profunda y de radial a cubital, se localizan: el abductor corto del pulgar, los fascículos superficial y profundo del flexor corto del pulgar, el oponente del pulgar y el aductor del pulgar.

En la eminencia hipotenar, de superficial a profundo y de cubital a radial, se pueden ver: el abductor del meñique, el flexor del meñique y el oponente del meñique.

En el compartimento central se localizan los cuatro músculos lumbricales, que se originan en los tendones y los músculos interóseos localizados entre los metacarpianos (**Fig. 7-15**).

La vascularización se consigue a través de las arterias radial y cubital, que se anastomosan formando dos arcos, uno superficial y otro profundo, de los que salen las arterias que irrigan los dedos.

El nervio mediano, tras pasar el túnel del carpo, se divide en la rama motora recurrente y las ramas digitales palmares, dando sensibilidad al primero, al segundo, al tercero y a la cara radial del cuarto dedo de la

mano, mientras que el nervio cubital da sensibilidad a la cara cubital del cuarto y al quinto dedo.

Para el examen ecográfico, se coloca la mano como para la valoración del carpo con el paciente sentado enfrente del explorador y sobre una almohadilla, que nos permita los movimientos pasivos y activos de los dedos.

Es muy importante la historia clínica del paciente, donde se valoran las enfermedades subyacentes y los mecanismos traumáticos, el punto de dolor o cuál es el movimiento que lo desencadena, y también la valoración de radiografías previas de la zona que aporte el paciente. Todo esto dará mucha información para poder orientar adecuadamente la ecografía.

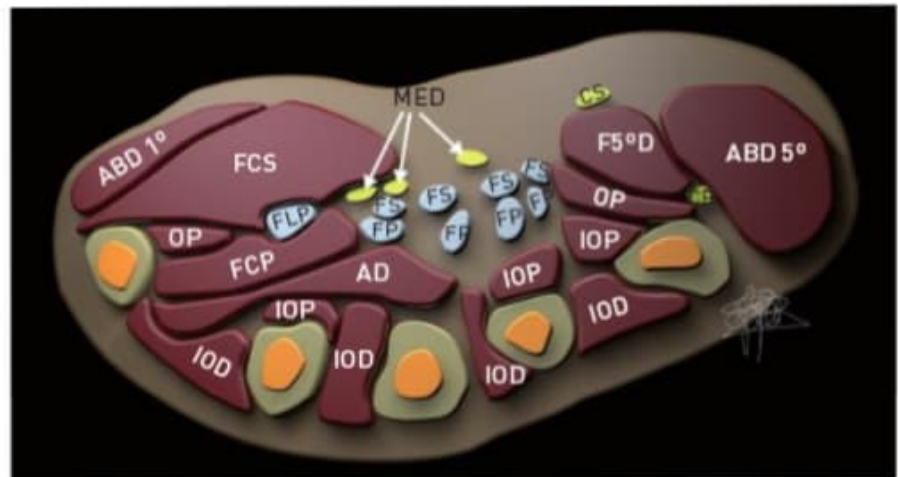
Cara dorsal de la mano

Se recomienda proceder de forma sistemática en la exploración ecográfica, moviendo la sonda de lateral a medial.

Para detectar mejor los tendones se hacen cortes ecográficos, primero en plano transversal y después en corte longitudinal, lo cual nos permite valorar su movilidad.

Los tendones extensores a este nivel son más fáciles de valorar que en la zona del carpo, donde convergen y se encuentran más apiñados, especialmente los del compartimento del flexor común de los dedos.

Figura 7-15. Esquema de la mano en corte transversal. ABD 1°: abductor corto del pulgar; FCS: flexor corto del pulgar, fascículo superficial; FCP: flexor corto del pulgar, fascículo profundo; OP: oponente del pulgar; AD: aductor del pulgar; ABD 5°: abductor del meñique; F5° D: flexor del meñique; IOP: interóseo palmar; IOD: interóseo dorsal; CS: rama superficial del cubital; CP: rama profunda del cubital; MED: ramas del nervio mediano; FLP: flexor largo del pulgar; FS: tendones flexores superficiales de los dedos; FP: tendones flexores profundos de los dedos.



CS: rama superficial del cubital; CP: rama profunda del cubital; MED: ramas del nervio mediano; FLP: flexor largo del pulgar; FS: tendones flexores superficiales de los dedos; FP: tendones flexores profundos de los dedos.

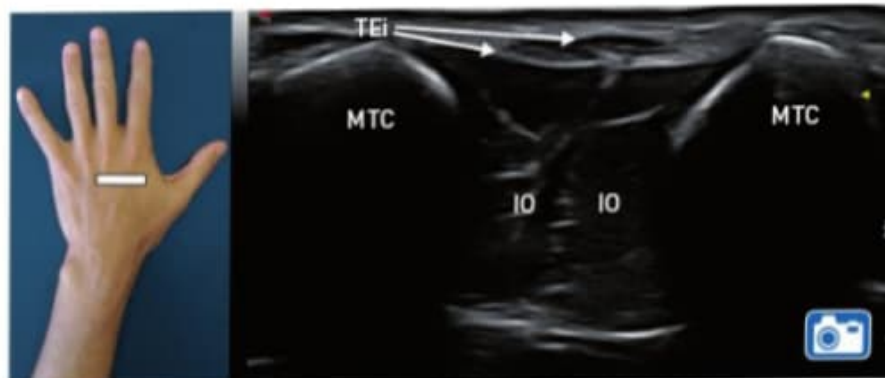


Figura 7-16. Ecografía de la cara dorsal de la mano con los tendones extensores en su corte transversal. TEi: tendón extensor del índice; MTC: metacarpiano; IO: interóseo. **Izquierda:** posición de la sonda.

En los cortes transversales, los tendones extensores son ovalados y aplanados. Cada uno tiene diferente tamaño, y el tendón del meñique es el más fino.



Se recomienda ajustar el foco del ecógrafo para poder valorar estos tendones correctamente, dadas su disposición superficial y su pequeño tamaño.

A la altura de la apófisis estiloides del radio, los tendones del abductor largo y del extensor corto del pulgar forman un puente sobre la cara lateral del escafoides. Este espacio está relleno de tejido conjuntivo laxo, y aloja la arteria y la vena radiales. Ecográficamente, en corte longitudinal, se observan estos tendones separados de la cortical ósea del escafoides, no así en el estudio más proximal, donde se encuentran apuestos directamente sobre la cortical del radio.

Medial a estos tendones se encuentra el extensor largo del pulgar, sobre la arteria radial, y deslizando el transductor de forma

aún más medial se aprecian los tendones extensores común y propio del índice (**Fig. 7-16**), del dedo medio y del anular. El extensor del meñique se visualiza en la mayoría de las personas como dos tendones: el perteneciente al extensor común de los dedos y el propio del meñique; pero una variante anatómica bastante habitual es que vayan unidos y se dividan en una zona más distal.

Aunque estos tendones son más fáciles de discernir en cortes trasversales, no se debe olvidar hacer cortes longitudinales para valorar lesiones e inflamaciones locales y la movilidad de cada uno de ellos.

Cara palmar de la mano

En la zona más radial, a la altura de la eminencia tenar, se observa el flexor largo del pulgar, localizado entre los vientres muscular superficial y profundo del flexor corto del pulgar. Se aprecia como una estructura hiperecoica redondeada, sin imagen líquida en su periferia (**Fig. 7-17**).



Figura 7-17. Ecografía en corte transversal de la eminencia tenar. Se observa el tendón flexor del pulgar (TFP) entre los vientres superficial (Sup) y profundo (Prof) del flexor corto. **Izquierda:** posición de la sonda.

Figura 7-18. Ecografía de la cara palmar de la mano en corte transversal. TF: tendón flexor; IO: músculo interóseo; LU: lumbrical; PVN: paquete vasculonervioso; MTC: metacarpiano. Izquierda: posición de la sonda.



El resto de los flexores puede seguirse desde su salida del túnel del carpo divergiendo hacia los dedos. Como los flexores superficiales y profundos de los dedos van envueltos en una vaina sinovial común, se aprecian como una imagen hiperecoica redondeada. A su lado se observa una imagen hipoecoica circular que corresponde a los músculos lumbricales, cuya inserción es el propio tendón, así como una imagen anecoica con pared hiperecoica correspondiente a la arteria y, junto a ella, la imagen fascicular del nervio digital correspondiente.

En un plano más profundo, se observan los músculos interóseos como unas imágenes hipoecoicas que se sitúan laterales a los metacarpianos. Entre estas dos secciones se ve una imagen hiperecoica lineal que corresponde a la fascia palmar (**Fig. 7-18**).

Cara dorsal de los dedos

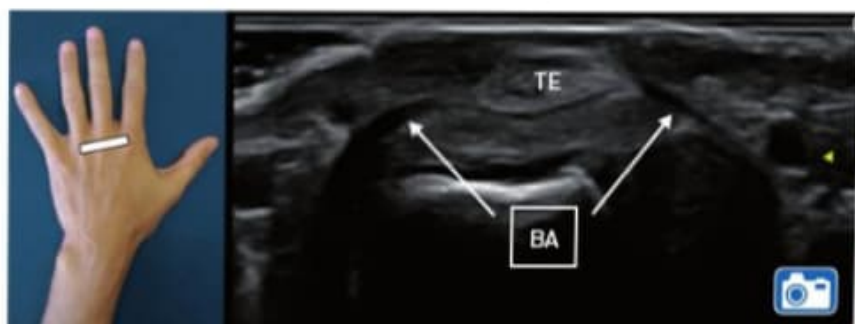
En la zona más distal de los metacarpianos, se pueden ver las bandas sagitales como una imagen ecogénica que rodea a los ten-

dones extensores y que, debido a la anisotropía en la región lateral, es hipoecoica. Las bandas sagitales estabilizan los tendones extensores, centrándolos en la línea media de los metacarpianos durante la flexión y extensión de los dedos (**Fig. 7-19**).

Se puede seguir, sin mucha dificultad, la expansión central del tendón extensor insertándose en la zona dorsal de la base de la falange media (**Fig. 7-20**). Las dos subdivisiones laterales se pueden ver como finas imágenes lineales ecoicas a los lados del metacarpiano que se insertarán en la falange distal.

Las articulaciones de los dedos se valoran con mayor facilidad por la cara dorsal mediante cortes longitudinales. La flexión de la articulación metacarpofalángica permite valorar detalladamente el cartilago articular de la cabeza de los metacarpianos, que se visualiza como una imagen anecoica sobre la cortical hiperecoica. También se pueden valorar los ligamentos laterales de las articulaciones interfalángicas mediante cortes coronales y transversales.

Figura 7-19. Imagen ecográfica en corte transversal del tendón extensor estabilizado mediante las bandas sagitales. TE: tendón extensor; BA: banda sagital. Izquierda: posición de la sonda.



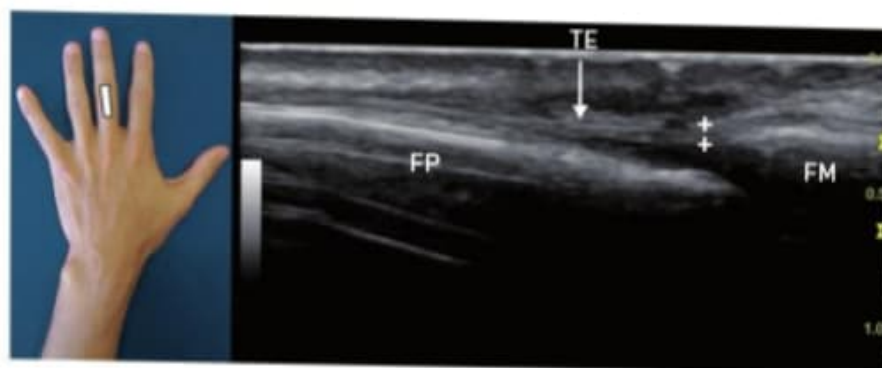


Figura 7-20. Imagen ecográfica de la expansión central del tendón extensor insertándose en la base de la falange media. FM: falange media; FP: falange proximal; TE: tendón extensor. **Izquierda:** posición de la sonda.

De los metacarpofalángicos, sólo se pueden estudiar el cubital del quinto y el radial del segundo, así como ambos del pulgar. Estos ligamentos se visualizan como bandas anisotrópicas sobre el espacio articular que se insertan en ambos límites articulares. De especial interés es el colateral cubital del pulgar, por la frecuencia de su lesión; es importante, en estos casos, confirmar la correcta disposición de la aponeurosis del aductor del pulgar, deslizándose sobre él sin interponerse entre los fragmentos del ligamento lesionado. Esta aponeurosis se observa, con sondas de alta resolución, como una fina banda (**Fig. 7-21**).

Cara palmar de los dedos

Los tendones flexores profundos y superficiales de los dedos discurren unidos, apoyados sobre las placas volares y fijados por las poleas y las bandas cruciformes.

En la ecografía, las placas volares se ven como imágenes hiperecoicas que se localizan entre el tendón y el hueso, a la altura de las articulaciones (**Fig. 7-22**).

Las poleas y las bandas cruciformes se pueden valorar, con sondas ecográficas de

alta resolución, como finas bandas anisotrópicas que rodean al tendón. Las poleas normales son menores de 1 mm de espesor (miden generalmente entre 0,3-0,5 mm).



Las poleas de más fácil valoración en casi todos los pacientes son A1, A2 y A4.

Se pueden seguir los tendones flexores en todo su recorrido, observando sus dos componentes en la región más proximal como dos imágenes hiperecoicas redondeadas, una encima de la otra. Discurren unidos por una misma vaina sinovial. En la zona medial de la primera falange, el tendón superficial se divide en dos tendones, que se van disponiendo lateral al profundo para terminar insertándose en la falange media. En la zona distal de la segunda falange sólo se visualizará el tendón profundo, el cual se suele ver dividido en dos hasta su inserción en la falange distal. En el corte longitudinal, el flexor profundo se puede rastrear en toda su longitud hasta la inserción en la base de la falange distal (**Fig. 7-23**).

Para poder valorar la movilidad de los flexores de forma independiente, se practican

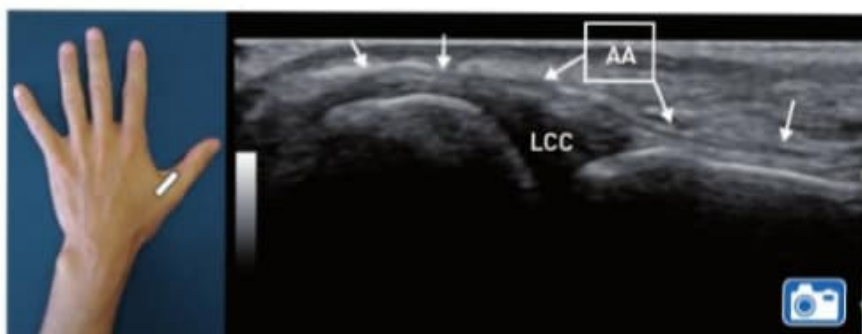


Figura 7-21. Imagen ecográfica del ligamento colateral cubital del pulgar con la aponeurosis aductora sobre él. LCC: ligamento colateral cubital; AA: aponeurosis aductora. **Izquierda:** posición de la sonda.

Figura 7-22. Imagen ecográfica, en corte longitudinal, de un tendón flexor sobre la placa volar. TFS: tendón flexor superficial; TFP: tendón flexor profundo; PV: placa volar; A1: polea A1 (+); Ca: cartilago articular. Izquierda: posición de la sonda.



dos maniobras. Se posiciona la sonda en la articulación metacarpofalángica en corte longitudinal, y:

1. Se coloca la mano en la camilla sobre la región dorsal y se inmovilizan todos los dedos menos el que queremos valorar, que se movilizará de forma pasiva. En esta posición, se valora la movilidad superficial y profunda de ambos tendones.
2. Sujetando el dedo que queremos explorar a la altura de la falange media y movilizándolo la falange distal, se podrá valorar el movimiento exclusivo del tendón profundo de los dedos.

Las vainas sinoviales que rodean los tendones no son visibles habitualmente, a no ser que exista patología.

No se debe olvidar que con la ecografía también se puede valorar fácilmente la integridad ósea, ya que suele ser frecuente la patología a este nivel. La cortical se observa como una línea hiperecoica con sombra acústica posterior. En el pulgar y el meñique, los sesamoideos se observan como pequeñas estructuras hiperecoicas redondeadas con sombra acústica posterior. Su aspecto redondeado y regular y la ausencia de dolor a la presión con la sonda ecográfica, permiten su diferenciación de las calcificaciones paraarticulares.

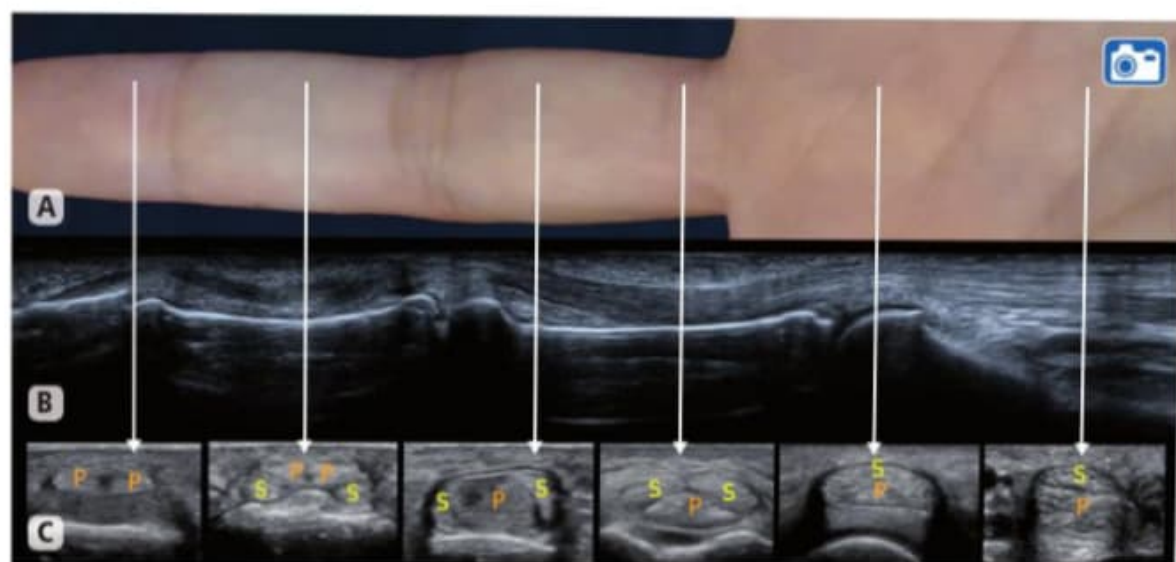


Figura 7-23. Imagen ecográfica del tendón flexor. A) Imagen real del dedo. B) Reconstrucción longitudinal de un tendón flexor en toda su extensión, en la que se observa el componente profundo insertándose distalmente en la base de la falange distal. C) Cortes transversales del flexor a distintos niveles, en los que se aprecia la disposición del superficial (S) sobre el profundo (P).

RESUMEN



- Para el estudio del carpo y de la mano, son recomendables sondas de alta frecuencia y, si es posible, sondas especiales tipo *stick*.
- Los tendones extensores en el carpo se distribuyen en seis compartimentos, separados por un retináculo. Las roturas tendinosas de la mano son frecuentes, y la ecografía es la prueba de elección para su detección.
- En la cara palmar, el estudio *princeps* es el del túnel carpiano, ya que puede valorar causas extrínsecas e intrínsecas de afectación del nervio mediano, el cual se ha de estudiar minuciosamente a la entrada y la salida del túnel, además del nervio cubital en el canal de Guyon.
- La tendinitis de De Quervain en el primer compartimento extensor, las lesiones de las poleas (como el «dedo en resorte» y el «dedo del escalador») y la lesión del ligamento colateral cubital de la metacarpofalángica del primer dedo (o «pulgar del esquiador»), son otras de las clásicas patologías fácilmente detectables con un poco de experiencia.
- Al igual que en el codo, resultan de interés las maniobras de estrés articular para la valoración ligamentosa, y también es un sitio frecuente de fracturas inadvertidas fácilmente detectables mediante la ultrasonografía.

MATERIAL COMPLEMENTARIO



- **Videos 7-3, 7-4, 7-5 y 7-6:** Compartimentos extensores de la muñeca.
- **Videos 7-9 y 7-10:** Límites proximal y distal del túnel carpiano.
- **Videos 7-16 y 7-19:** Extensor del 2º dedo hasta MCF y bandas sagitales.
- **Video 7-21:** Ligamento colateral cubital del carpo y movimiento de la aponeurosis aductora.
- **Video 7-22:** Poleas flexores de A1 hasta A4 y movimiento de los flexores debajo de ellas.
- **Video 7-23:** Recorrido en eje corto de un flexor de 3º dedo desde la palma de la mano hasta su inserción distal en F3.

■ ■ INTRODUCCIÓN

La cadera es una articulación localizada en profundidad y, por lo tanto, menos accesible a la exploración ecográfica. No obstante, tanto en la cadera como en el muslo, existen estructuras nerviosas, vasculares, tendinosas y articulares que son susceptibles de ser sometidas a un útil y sencillo estudio ecográfico.

En el pasado, la ecografía de cadera era de utilidad muy limitada y se encontraba desplazada, en gran parte, por la radiología convencional, primero, y por la resonancia magnética, posteriormente. Sin embargo, gracias al desarrollo de la técnica vivido en la última década, tanto desde el punto de vista tecnológico como desde el científico, los ultrasonidos en cadera y muslo han pasado a ser una herramienta diagnóstica y terapéutica muy interesante, rápida y con una buena relación coste/beneficio. Otro campo en el que la ecografía es de gran utilidad son los tratamientos ecoguiados, como infiltraciones o punciones de abscesos, entre otras. Las patologías intraarticulares o del lábrum pertenecen al dominio de la RMN.

Para desarrollar el estudio ecográfico de la cadera y del muslo, es conveniente disponer de una sonda multifrecuencia que opere entre 6 y 12 MHz. Bajar hasta frecuencias de 6 MHz permite una mejor visualización de las estructuras profundas en personas con mayor corpulencia, mientras que con frecuencias más altas se obtendrán imágenes de gran resolución en estructuras superficiales.

El estudio de la articulación de la cadera se realiza utilizando referencias óseas, mientras que los principales grupos musculares

del muslo se evalúan en muchos casos tomando unos puntos de referencia neuroconectivos, visibles en la mayoría de los cortes que se realizan y con poca anisotropía.

■ ■ ANATOMÍA DE LA ARTICULACIÓN DE LA CADERA

La cadera es una articulación de tipo enartrosis con dos componentes: por una parte, la cabeza femoral, que conforma más de dos tercios de una esfera y está cubierta, casi en su totalidad, de cartilago hialino (**Fig. 8-1**); y por otra el acetábulo, que es una cavidad situada en la pelvis, en cuyo

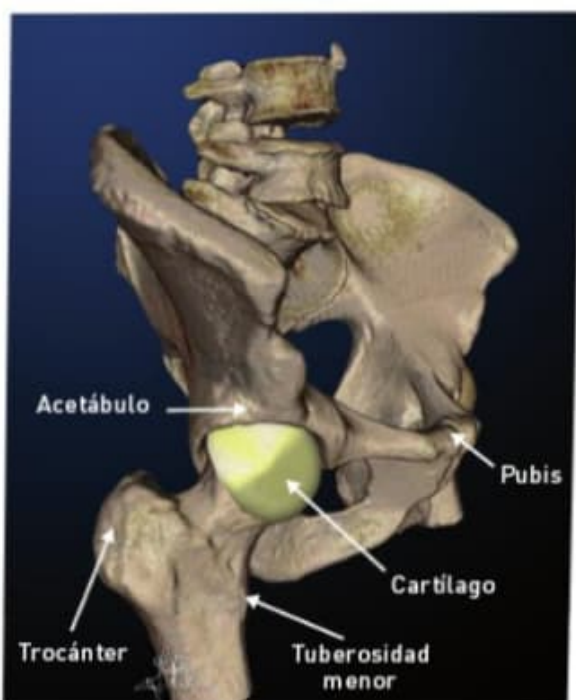


Figura 8-1. Superficies óseas de articulación de cadera y pelvis. Cartilago de cabeza femoral.

reborde se inserta el lábrum, una estructura fibrocartilaginosa que proporciona una mayor congruencia a la articulación, ya que aumenta la superficie de contacto entre acetábulo y cabeza femoral (Fig. 8-2). Envolviendo la articulación se encuentra la cápsula articular, fibrosa, que rodea al acetábulo y se inserta a nivel distal en la región intertrocanterea y en la cara posterior del cuello del fémur (Fig. 8-3).

De manera didáctica, se puede dividir la cadera en cuatro zonas: anterior, posterior, interna y externa; y el muslo en dos: anterior y posterior.

Cara anterior de la cadera y del muslo

La cara anterior de la cadera la forman varios músculos dispuestos en dos capas: la capa superficial corresponde al sartorio y al tensor de la *fascia lata*; la capa profunda, a iliopsoas, pectíneo y recto femoral. En el muslo, el recto femoral emerge y se hace superficial junto al vasto lateral y medial del cuádriceps y el sartorio. En la profundidad del muslo, se encuentra el vasto intermedio o crural del cuádriceps.

El sartorio es el músculo más largo del cuerpo. Nace de la espina ilíaca anterosuperior (EIAS), en su borde medial, y se dirige inmediatamente hacia la cara interna del muslo, cruzando por encima el recto femoral (Fig. 8-4). Se inserta distalmente en la cara anterointerna de la tibia proximal. Tiene un recorrido totalmente superficial, y su tendón distal es el más anterior de los tres que conforman la pata de ganso. El tensor de la *fascia lata*, al igual que el sartorio, nace en la espina ilíaca anterosuperior, pero en su borde más lateral. Es un músculo corto que se inserta en el borde anterior de la *fascia lata* (Figs. 8-4 y 8-25 A).

El recto femoral posee una inserción proximal compleja con varios tendones. Para simplificar, se podría decir que el tendón directo se inserta en la espina ilíaca anteroinferior (EIAI), y el tendón indirecto, en el borde superior del acetábulo (Fig. 8-5). Este

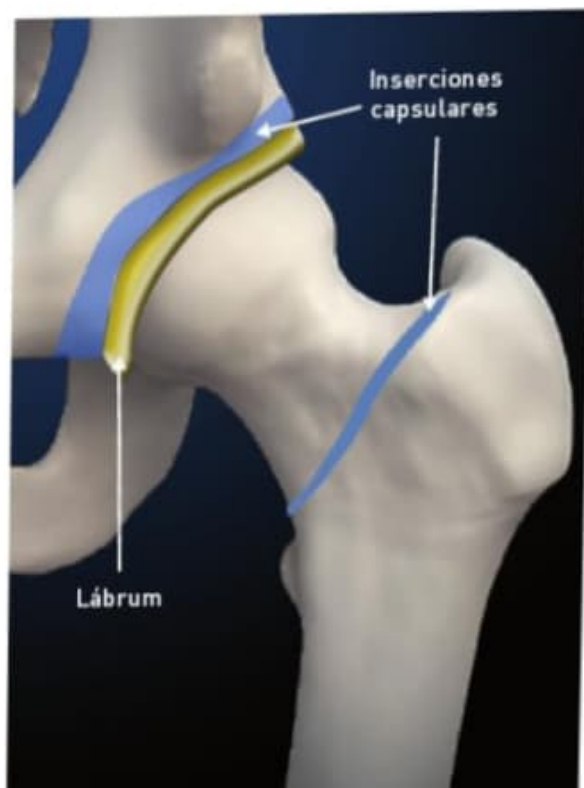


Figura 8-2. Lábrum fibroso alrededor del acetábulo. En azul, inserciones proximal y distal de la cápsula articular.

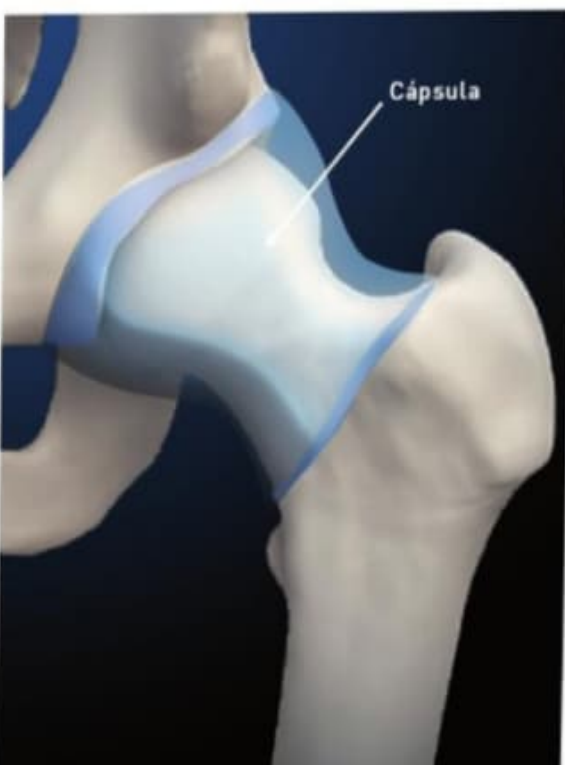


Figura 8-3. Cadera recubierta por cápsula articular.

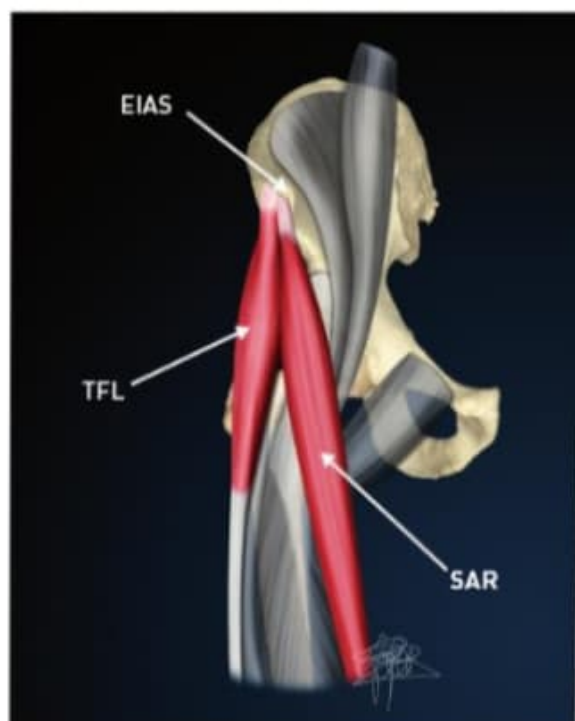


Figura 8-4. Dibujo que representa en color los músculos superficiales de la cara anterior de la cadera. TFL: tensor de la *fascia lata*; Sar: sartorio; EIAS: espina iliaca anterosuperior.

último tendón tiene una estructura cordonal y lateral en su zona proximal, y progresa a lo largo del espesor del vientre muscular, haciéndose central y acintado en la zona más distal. A ambos lados del recto femoral, aparecen en el muslo los vastos lateral y medial. En la profundidad del muslo, tapizando el fémur, se encuentra el vasto intermedio. Distalmente, los músculos del cuádriceps conforman las distintas capas del tendón cuadricepsal.

El músculo iliopsoas (o psoas-iliaco) nace en la cavidad abdominal, salta la cadera y se dirige hacia la parte anteromedial de la raíz del muslo. Posee dos porciones bien diferenciadas: el psoas y el iliaco. Por un lado, el músculo psoas nace en la última vértebra torácica y las cinco lumbares, y en sus apófisis costiformes. Ya en la fosa iliaca, este músculo se une al iliaco. Por otra parte, el músculo iliaco nace en el labio interno de la cresta iliaca, en gran parte de la fosa iliaca, en la base y la cara anterior del sacro y en las espinas iliacas anteriores. Posee dos componentes bien diferenciados, separados por

una fina aponeurosis que surge del tendón del psoas: el músculo iliaco medial, que envuelve el tendón, y el iliaco lateral. En el ligamento crural, psoas e iliaco se fusionan mediante un único tendón que alcanza el trocánter menor (v. **Fig. 8-5**).

El músculo pectíneo es plano y cuadrangular, y se sitúa en la ingle. Tiene su origen en la espina del pubis y alcanza el fémur en la línea pectínea, encima de la línea áspera del fémur (**Figs. 8-5** y **8-30**).

La cara anterior de la cadera se explora con el paciente en decúbito supino y el muslo en discreta rotación externa (**Fig. 8-6**). Es importante un acceso completo y cómodo de todas las estructuras. Determinada ropa interior puede dificultar la valoración de las zonas más mediales, por lo que, en algunos casos, habrá que desnudar al paciente y usar una toalla o paño para cubrir el área genital.

Se pueden valorar las estructuras de la cara anterior de la cadera y del muslo de muchas formas, dependiendo de la experiencia y las preferencias del ecografista. En general, se utiliza un «marcador ecográfico» que sea cons-

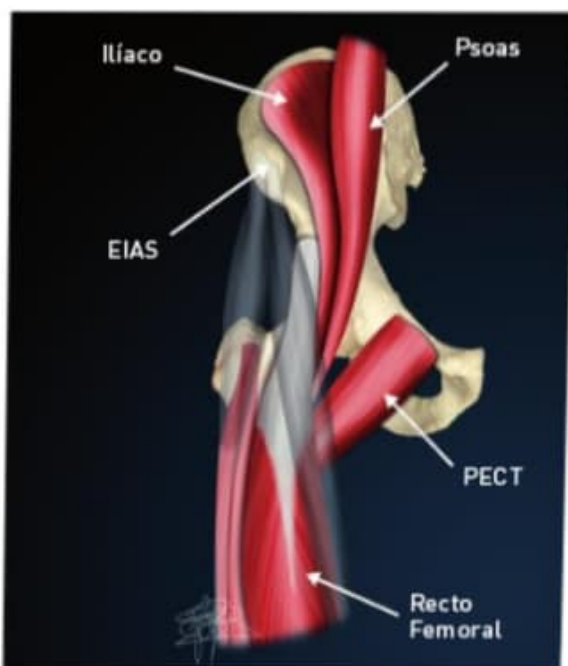


Figura 8-5. Dibujo que muestra en color los músculos de la capa profunda de la cara anterior de la cadera. PECT: pectíneo; EIAS: espina iliaca anterosuperior.



Figura 8-6. Posición exploratoria y marcas de las diferentes posiciones de la sonda en la cara anterior de la cadera.

tante y fácil de encontrar en la mayoría de las personas. Probablemente, el marcador ecográfico más útil a este nivel sea el tendón central del recto femoral (**Fig. 8-7**). Su estructura es constante, no posee anisotropía, se sitúa en la profundidad de la cara anterior de la cadera y alcanza la casi toda totalidad de la cara anterior del muslo. Para localizarlo, se coloca la sonda centrada en la mitad proximal del muslo, orientada transversalmente (v. **Fig. 8-6**, marca roja). Se desliza con pequeños movimientos hacia medial y lateral, arriba y abajo, hasta que aparezca una imagen más o menos acintada y ecoica que, por lo característico de su morfología, es difícil de pasar por alto.

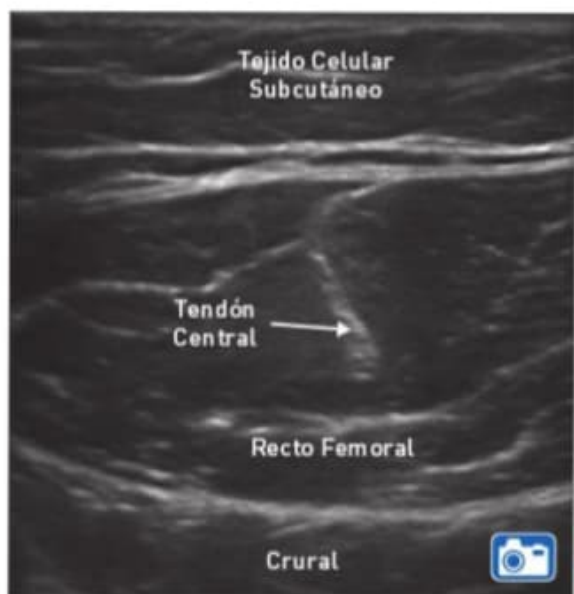


Figura 8-7. Marcador ecográfico anterior. Recto femoral y tendón central.



Si se busca el tendón del recto femoral en la zona media del muslo, a menudo no se verá, debido a que, con bastante frecuencia, termina más proximalmente. Hay que situarse bastante proximal, haciendo barridos en eje transversal de dentro hacia fuera. De esta manera, se encontrará sin dificultad.

Si se sigue de forma proximal el tendón central, se alcanza una línea hiperecoica con sombra acústica que corresponde a la espina iliaca anteroinferior (EIAI), lugar de inserción del tendón directo del recto femoral. De nuevo se valora el tendón, tanto en su eje transversal (**Fig. 8-8 A**) como, rotando la sonda 90° , en el eje longitudinal (**Fig. 8-8 B**). Con esta misma orientación, al desplazar la sonda lateralmente se visualiza parcialmente el tendón indirecto, que, debido a su dirección oblicua hacia el acetábulo, se aprecia con una característica anisotropía (v. **Fig. 8-8 B**).

Si se sigue de manera distal el tendón central, se observa cómo éste se convierte en una cinta que progresa hasta el tercio distal del muslo. Visualizando este septo, se localiza la totalidad del recto femoral y, por lo tanto, lateralmente, el vasto lateral; medial-

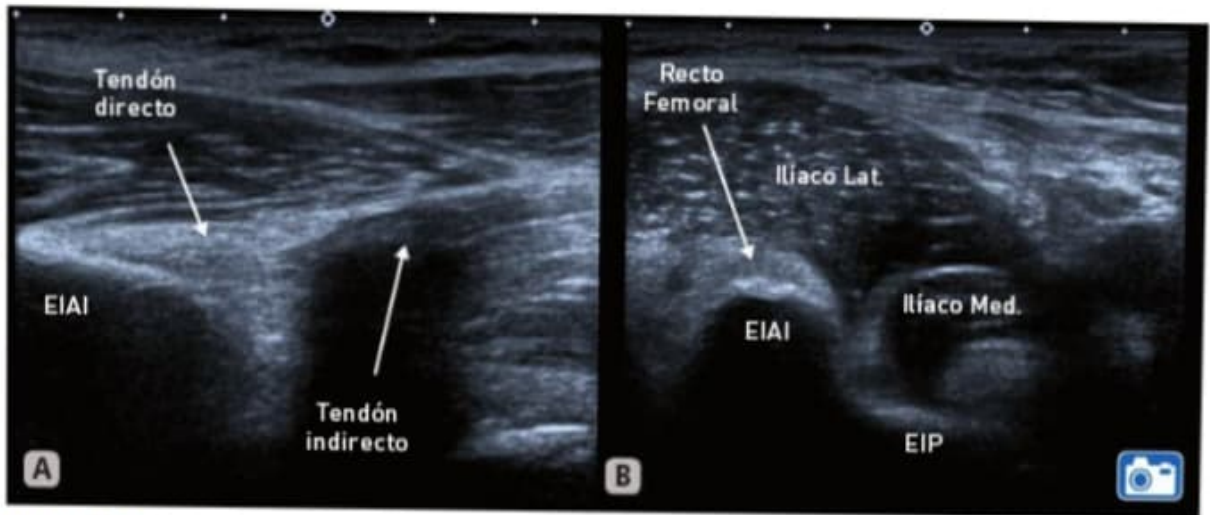


Figura 8-8. Cortes longitudinal (A) y transversal (B) en la espina ilíaca anteroinferior (EIAI), inserción del recto femoral. EIP: eminencia iliopectínea.

mente, el vasto medial y, por debajo, el vasto intermedio o crural.

Para visualizar el sartorio, se sigue el tendón central en dirección proximal, hasta que aparezca un músculo con forma de lente biconvexa (**Fig. 8-9**). En este caso, puesto que el desplazamiento es en dirección proximal, aparece por el borde interno del recto femoral y lo cruza en sentido lateral. Una vez localizado el sartorio, se mantiene la sonda transversal y se sigue éste en dirección proximal, para ver cómo va adelgazando hasta desaparecer, dando lugar a una línea curvada hiperecoica que deja

sombra acústica por debajo: se trata de la espina ilíaca anterosuperior. Medial a ésta, se puede (sólo en ocasiones) visualizar el trayecto del nervio femorocutáneo lateral (**Fig. 8-13**).

En un segundo tiempo, se gira el transductor y, en sentido longitudinal, se realiza una adecuada valoración de todo el tendón. Después, se vuelve a colocar la sonda transversal sobre la espina ilíaca anterosuperior y, justo lateral a ella, se aprecia una forma ovalada hiperecoica que corresponde a la inserción proximal del tensor de la *fascia lata* (**Fig. 8-10** y **8-6**, marca azul).



Figura 8-9. Cruce del sartorio por delante del recto femoral.



Figura 8-10. Flechas amarillas: inserción de tensor de la fascia lata (TFL). Flechas blancas: inserción del sartorio.

Para el estudio de la parte media y distal del sartorio, el muslo debe colocarse en una mayor rotación externa, con el objeto de exponer mejor su parte distomedial. En esta ocasión, al encontrar la lente biconvexa correspondiente al sartorio (v. **Fig. 8-9**), se sigue esta estructura de manera distal, hasta alcanzar la primera digitación de la pata de ganso.



El sartorio cruza por encima del recto femoral a nivel muy proximal; por lo tanto, habrá que aproximar la sonda a la raíz del muslo para ver este cruce.

Para evaluar el músculo iliopsoas, se inicia la exploración colocando la sonda transversal sobre la EIAS, deslizándola medialmente hasta observar una línea hiperecoica ondulada que forma la eminencia iliopectínea (EIP) (v. **Fig. 8-8A**). Encima de esta línea, de aspecto característico, descansa el tendón iliopsoas, con el músculo iliaco alrededor y el músculo psoas en posición más medial (v. **Fig. 8-8A**).

Desde esta misma estructura, se coloca la sonda de forma longitudinal al tendón del psoas iliaco para observar la interlínea articular de la cadera con su lábrum, en forma de triángulo hiperecoico (**Figs. 8-11 y 8-6**, marca amarilla).



Figura 8-11. Imagen ecográfica de la cara anterior de la cadera y el psoas iliaco.



Figura 8-12. Receso capsular de la cadera.

Bajando unos centímetros y un poco en oblicuo hacia fuera, se observan el cuello anatómico del fémur y el receso articular (**Figs. 8-12 y 8-6**, marca verde), espacio útil para valorar derrames articulares y realizar infiltraciones.

En la zona medial de la cadera, se sitúan los grandes vasos femorales con el nervio



Figura 8-13. Espina iliaca anterosuperior (EIAS) y nervio femorocutáneo lateral (N. Fem.).

femoral. Esta estructura neurovascular se encuentra enmarcada en el triángulo de Scarpa (o triángulo femoral), delimitado por el ligamento crural, el borde lateral del aductor largo y el borde medial del sartorio. Ecográficamente, es muy sencillo localizar estos vasos y nervios.

La arteria femoral común, pulsátil, delimita anatómicamente el músculo psoas del pectíneo (**Fig. 8-14**). Medial a la arteria se encuentra la vena femoral común, fácilmente diferenciable por ser depresible; en contacto con ésta, se localiza la masa muscular del pectíneo (v. **Fig. 8-14**). Asimismo, lateral a la arteria, se encuentra el nervio femoral, que descansa sobre el músculo psoas (v. **Fig. 8-14**). De manera distal, el nervio femoral se transforma en múltiples ramas, la más importante de las cuales es el nervio safeno. Desde un punto de vista ecográfico, estas estructuras neurovasculares pueden ser utilizadas como marcadores para identificar tanto el músculo psoas, que se relaciona con el nervio, como el pectíneo, que contacta con la vena.

Siguiendo los vasos en dirección distal, se visualiza su bifurcación entre femoral superficial y profunda. La arteria y la vena femoral superficial discurren, en gran parte, paralelas y profundas al recorrido del músculo sartorio. Habitualmente, medial a la arteria femoral superficial se identifica la rama más distal del

nervio femoral: el nervio safeno. Los vasos femorales superficiales alcanzan la cara posterior de la rodilla a través del conducto de Hunter (o canal aductor), en el tercio medio-distal del muslo. Ya en la pierna, los vasos femorales se denominan vasos poplíteos.

Cara posterior de la cadera y del muslo

La cara posterior de la cadera la forman los rotadores externos coxofemorales y la inserción tendinosa de los isquiosurales. A la altura del muslo, emerge la gran masa muscular de estos últimos.

La musculatura de la cara posterior de la cadera se puede dividir en dos capas: una superficial y otra profunda. La capa superficial está constituida por una única estructura: el glúteo mayor. Se origina en la cresta iliaca y la cara dorsal del sacro. Su parte superficial se inserta en el reborde posterior de la *fascia lata*, y la profunda en la zona posterior de la metáfisis del fémur (**Fig. 8-15 A**).

La capa profunda está formada por el músculo piramidal, los obturadores interno y externo, los gemelos superior e inferior y el cuadrado femoral. Todos ellos se insertan en la fosa trocantérea posterior (**Fig. 8-15 B**). Ecográficamente son de difícil visualización, por lo que su utilidad en el diagnóstico (a excepción del piramidal y el obturador interno) es relativa.

El músculo piramidal tiene una forma plana y triangular de vértice lateral (**Fig. 8-15 B**). Se origina en el hueso sacro y en el ligamento sacrociático mayor, y se inserta en el borde superior del trocánter mayor.

El músculo obturador interno se sitúa en parte dentro de la pelvis, y en parte en la región posterior de la cadera (**Fig. 8-15 B**). Se origina dentro de la pelvis, en la membrana obturadora, en la zona vecina del isquion y el borde del pubis. Sale de la cavidad pélvica por el foramen ciático menor y llega a insertarse, mediante un potente tendón, en el borde de la cara posterior del trocánter mayor, por debajo del tendón del piramidal.

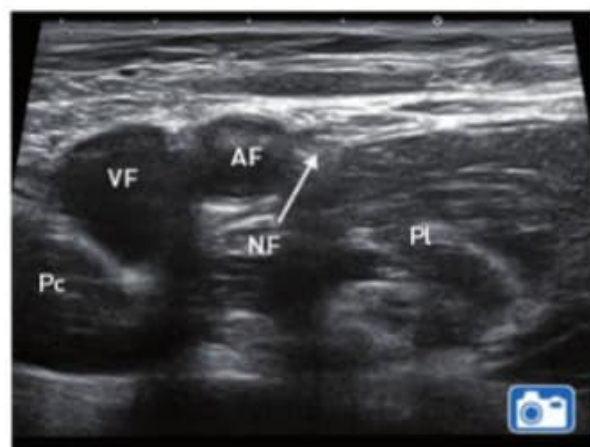


Figura 8-14. Ecografía transversal de los vasos femorales y sus relaciones anatómicas. NF: nervio femoral; PI: psoas ilíaco; AF: arteria femoral; VF: vena femoral; Pc: pectíneo.

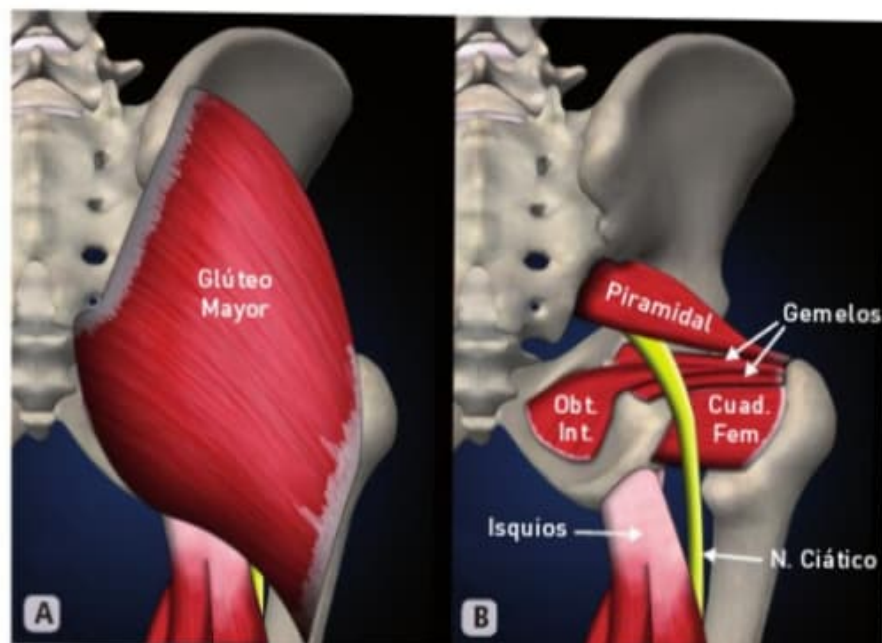


Figura 8-15. Dibujo anatómico de las estructuras de la cara posterior de la cadera. A) Capa superficial. B) Capa profunda. Obt. Int.: obturador interno; Cuad. Fem.: cuadrado femoral.

Para examinar la cara posterior de la cadera, debemos colocar al paciente en decúbito prono, con los pies fuera de la camilla (**Fig. 8-16**). A menudo se usan frecuencias bajas para valorar estas estructuras en pacientes obesos o muy musculados.

A la altura de la cadera, se valoran la musculatura local, las inserciones proximales de los tendones isquiosurales en la tuberosidad isquiática y el nervio ciático. Para explorar el glúteo mayor con ecografía, se utilizan la simple anatomía palpatoria y los planos transversales y coronales oblicuos.

Para la visualización ecográfica del músculo piramidal, se recomienda iniciar el estudio palpando la espina iliaca posterosuperior (EIPS). Se coloca el transductor discretamente oblicuo sobre la misma (**Fig. 8-16**, marca verde), con lo que se obtiene una imagen «en abismo» del ala iliaca (**Fig. 8-17 A**).

Se desciende, manteniendo la dirección de la sonda, hasta que se aprecia una discontinuidad en la cortical iliaca, el foramen ciático mayor. La primera masa muscular que se aprecia corresponde al músculo piramidal (**Fig. 8-17 B** y **8-16**, marca amarilla). Un marcador ecográfico constante a este nivel es la arteria glútea inferior, que acompaña al ciático por su borde interno. Igualmente, se objetiva la sección transversal del nervio ciático (v. **Fig. 8-17 B**).

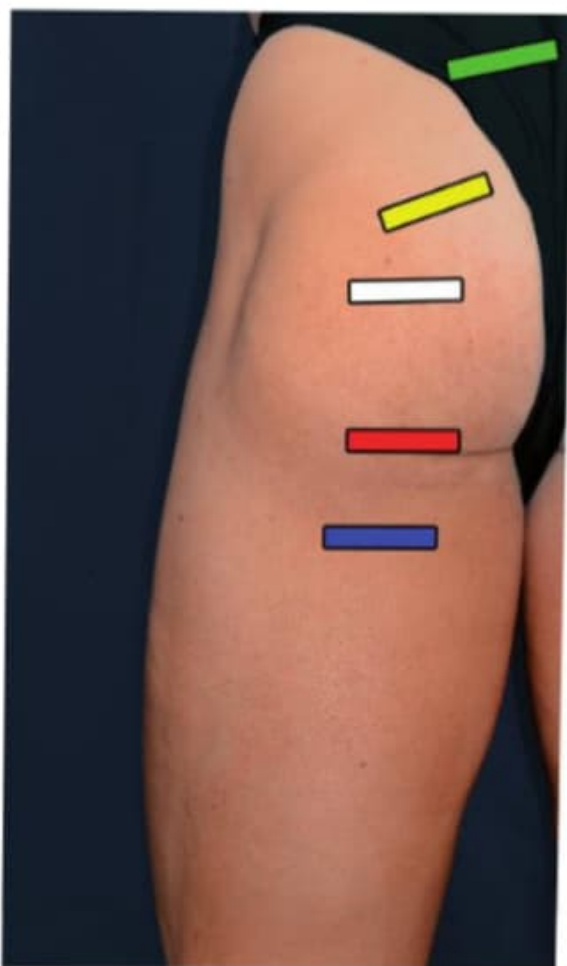
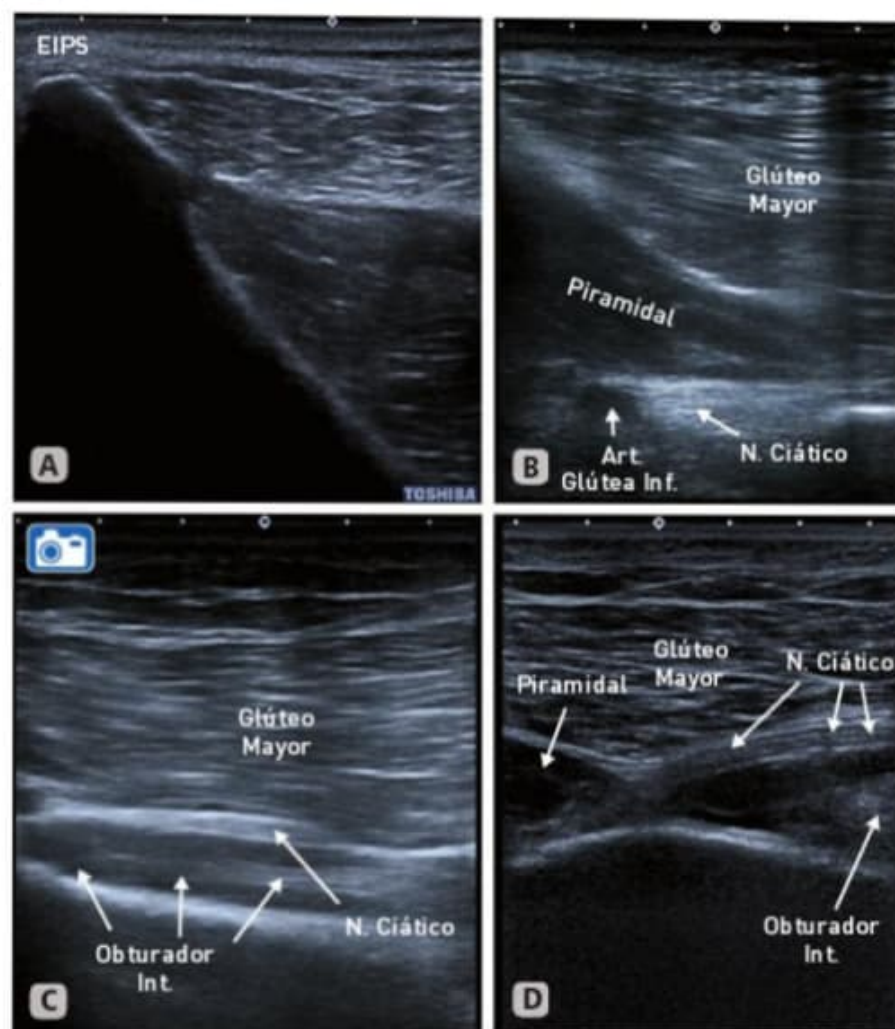


Figura 8-16. Posición exploratoria de cara posterior de cadera y marcas de la sonda en las diferentes localizaciones.

Figura 8-17. Musculatura profunda de la cara posterior de la cadera. **A)** Marcador ecográfico inicial, espina iliaca posterosuperior (EIPS). **B)** Corte a la altura del eje largo del piramidal. **C)** Corte en el eje largo del obturador interno. **D)** Corte a la altura del eje largo del nervio ciático.



En ciertos pacientes en los cuales la musculatura glútea se visualiza mal, puede ser dificultoso distinguir el piramidal. Para asegurarse de que se trata del mismo, se puede movilizar la articulación coxofemoral en rotación interna y externa de forma repetida. Esta maniobra detecta cómo el músculo piramidal se desliza de forma pasiva por debajo de la musculatura glútea, que permanece inmóvil.

Para la visualización ecográfica del músculo obturador interno, se continúa siguiendo el nervio ciático en eje transversal. Se aprecia cómo, de estar profundo al piramidal, pasa a estar superficial a otra estructura muscular, que se corresponde con los gemelos superior e inferior y, entre ambos, el obturador interno, visible ecográficamente gracias a su po-

tente tendón (Figs. 8-17 C y 8-16, marca blanca). En un segundo tiempo, se girará la sonda para situarla en el eje longitudinal del nervio ciático, hasta observar el acodamiento que éste hace entre el tendón del obturador interno, por debajo, y la masa muscular del piramidal, por encima (Fig. 8-17 D).

Más distalmente, se valoran las inserciones proximales de los músculos isquiosurales en la tuberosidad isquiática (Fig. 8-16, marca roja): la cabeza larga del bíceps femoral, el semitendinoso (Fig. 8-18 A) y el tendón del semimembranoso (Fig. 8-18 B).

Proximal al pliegue glúteo, se localiza el nervio ciático (Figs. 8-16, marca roja, y 8-19). A su lado medial, una línea hiperecoica en semiluna, con gran sombra acústica, que corresponde a la tuberosidad isquiática. A este nivel se aprecia la inserción de los ten-

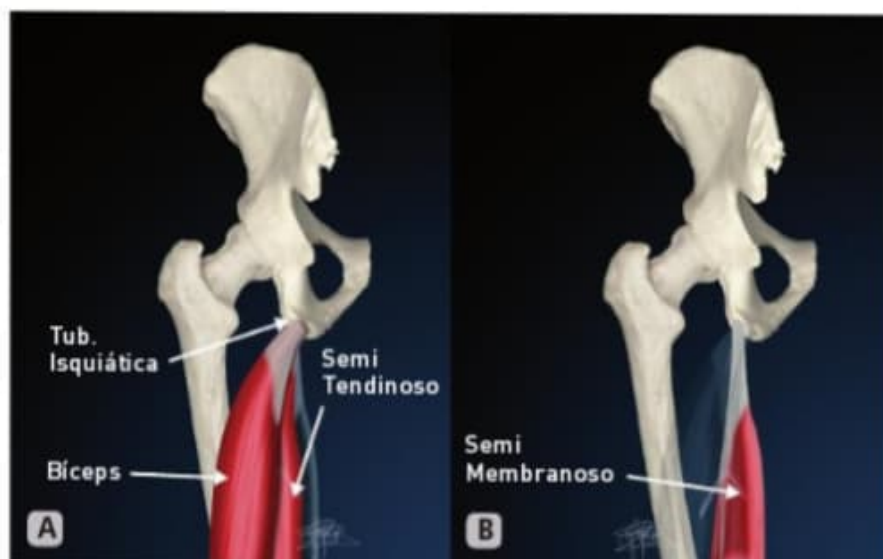


Figura 8-18. Isquiotibiales. A) Inserción conjunta de semitendinoso y bíceps femoral. B) Inserción del semimembranoso.

donos isquiosurales, una estructura hiperecoica ovalada con los distintos componentes fusionados y frecuentemente indistinguibles, aunque, a grandes rasgos, el tendón conjunto del semitendinoso y el bíceps femoral se

sitúa medial, y el tendón del semimembranoso, más lateral y profundo. Según se inicia el descenso, las primeras fibras musculares que aparecen corresponden al semitendinoso. Si se continúa descendiendo por el muslo, se puede diferenciar el tendón conjunto del tendón del semimembranoso (**Fig. 8-20**). El primero es de localización más lateral y el del semimembranoso más medial.

Ya en el muslo, para valorar ecográficamente los isquiosurales en su mitad superior, se debe buscar el llamado «signo del Mercedes Benz». Se coloca el transductor en eje transversal en el tercio proximal del muslo (**Fig. 8-16**, marca azul). Se busca el ciático, observando una estructura ovalada o aplanaada, fascicular, rodeada de grasa hiperecoica. A este nivel, el ciático se encuentra en el centro de una estrella de tres puntas, similar a la emblemática marca de Mercedes Benz (v. **Fig. 8-20**). La punta superior corresponde al tendón conjunto y cada uno de sus lados, al músculo semitendinoso (medial) y al bíceps femoral (lateral). Por debajo se encuentra el aductor mayor. Medial a esta estrella y paralelo al ciático se objetiva, en sección ovalada, el tendón del semimembranoso.

El nervio ciático cruza a lo largo el muslo, de medial a lateral, por debajo del bíceps femoral, mientras que el tendón del semimembranoso discurre justo por debajo del semitendinoso. Por lo tanto, si se coloca

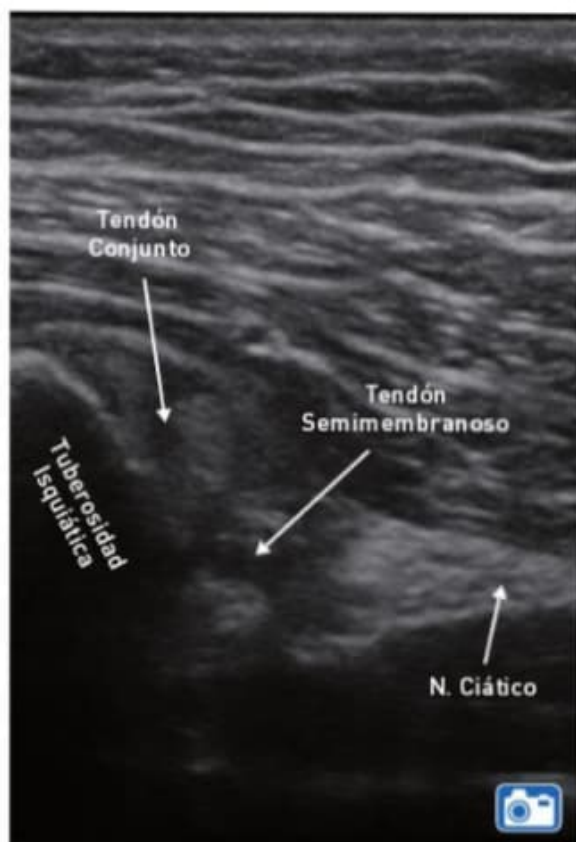


Figura 8-19. Isquiotibiales. Inserción proximal en la tuberosidad isquiática.

Figura 8-20. Estrella de tres puntas con el ciático y resto de estructuras de la posterior de la cadera.



longitudinalmente la sonda sobre el trayecto ciático, se observa el bíceps femoral por encima (**Fig. 8-21 B**). Posicionándola a lo largo del tendón del semimembranoso, se objetiva el semitendinoso con otra referencia (el rafe), un anillo conectivo constante e hiperecoico en el espesor de éste (**Fig. 8-21 A**).

Si se sigue de manera distal el nervio ciático, alcanzamos la mitad distal del muslo, con las dos cabezas del bíceps femoral. La cabeza corta aparece en corte transversal, como un cuadrilátero que se inserta en el perfil hiperecoico del fémur. Justo a su lado, medial a la cabeza corta, se encuentra la cabeza larga, de aspecto entre triangular y elíptico (**Fig. 8-22**). En este punto, a unos

6 cm del pliegue poplíteo, se puede observar la bifurcación del nervio ciático en nervio peroneo común y nervio tibial.

Una vez localizada en el corte transversal la mitad superior del semitendinoso (recorremos: tomando como puntos de referencia el rafe y el tendón del semimembranoso), se puede visualizar una sección muscular en forma de media luna, de concavidad lateral, que corresponde al semimembranoso, y a este nivel tiene su nacimiento carnoso (**Fig. 8-23 A**). Si se sigue en corte transversal y dirección distal, se observa cómo el semimembranoso va creciendo en área y el semitendinoso menguando hasta llegar a tener una sección circular (**Fig. 8-23 B**).



Figura 8-21. A) Ecografía longitudinal siguiendo el tendón del semimembranoso. B) Ecografía longitudinal siguiendo el nervio ciático. ST: semitendinoso.



Figura 8-22. Ecografía transversal a la altura de la zona distal y lateral del muslo, donde se localizan las cabezas larga y corta del bíceps femoral. PL: porción larga del bíceps femoral; PC: porción corta del bíceps femoral.

⚠ Cuando se explora el semitendinoso en eje transversal desde proximal a distal, el rafe aparece desde el cuadrante más medial y profundo, con una imagen que puede confundirse con la media luna del semimembranoso. Para evitarlo se seguirá descendiendo, hasta que se confirme el aumento progresivo del volumen muscular del músculo semimembranoso a medida que el semitendinoso va menguando.

Continuando la exploración en la mitad distal y medial del muslo, se observa cómo el semitendinoso aparece como una sección

circular, lateral a la gran masa carnosa del semimembranoso. En la zona más medial, prácticamente en la cara interna del muslo, se encuentran, en corte transversal, dos secciones circulares, una al lado de la otra, que corresponden al sartorio (la de delante) y el recto interno (la de atrás). Por lo tanto, se delimitan unos círculos musculares que, desde anterior a posterior, son: el sartorio, el recto interno y el semitendinoso; son los «círculos de la pata de ganso». Toda la zona muscular situada entre el recto interno y el semitendinoso corresponde a la gran masa del semimembranoso (**Fig. 8-24**).

Cara lateral de la cadera

Los músculos de la región lateral de la cadera se pueden dividir también en dos capas: la superficial y la profunda. La capa superficial está compuesta en el centro por la cintilla iliotibial, que nace de la cresta ilíaca. En ella se inserta, por detrás, el músculo glúteo mayor; concretamente, las fibras más superiores y superficiales, mientras que las inferiores y profundas se insertan en la zona posterior del fémur. Por delante se inserta el tensor de la *fascia lata*, que nace de la espina ilíaca anterosuperior, en su zona lateral (**Fig. 8-25 A**).

La capa profunda está formada, de delante atrás y de profundo a superficial, por el músculo glúteo menor, que nace del tercio anterior del ala del ilion y se inserta en la

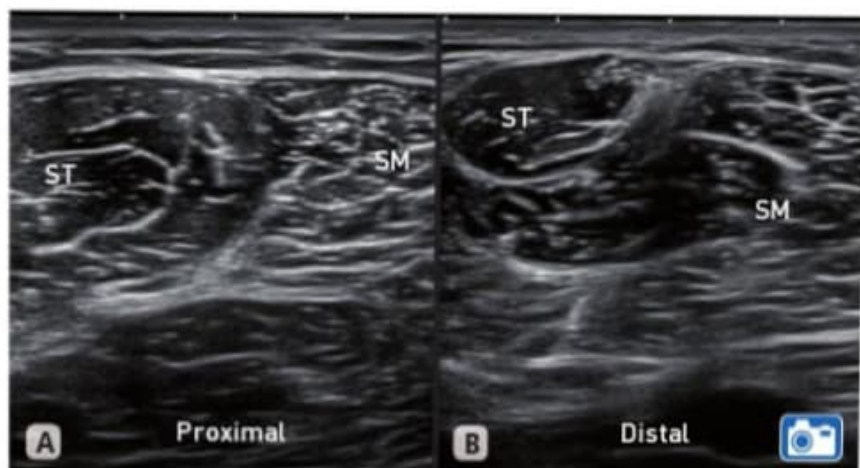


Figura 8-23. Ecografía transversal a la altura de las zonas proximal (A) y distal (B) de las zonas medial y posterior del muslo. SM: semimembranoso; ST: semitendinoso.

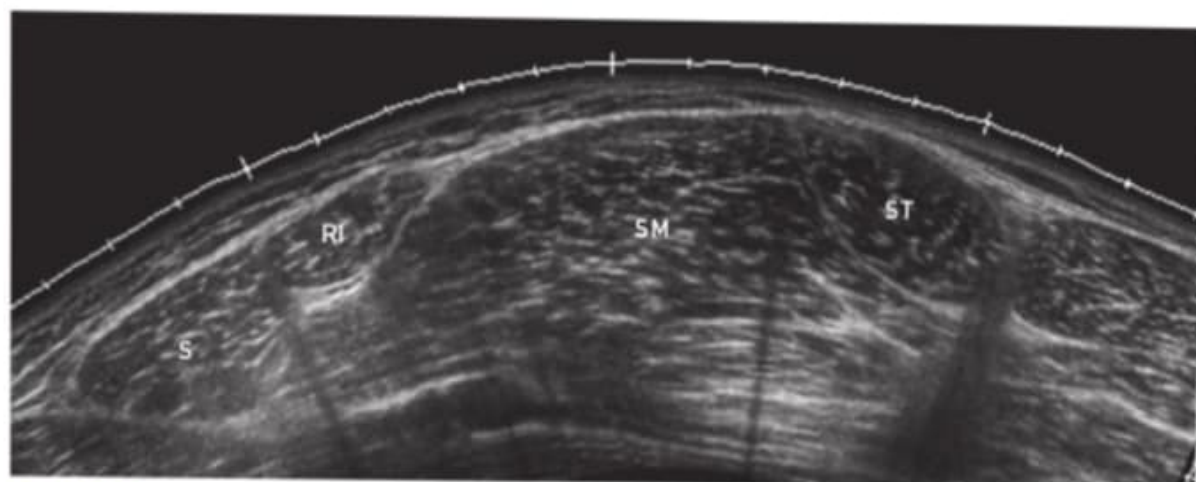


Figura 8-24. Ecografía expandida transversal de las zonas distal y medial del muslo, donde se localizan los «círculos» de la pata de ganso y la masa muscular del semimembranoso. S: sartorio; RI: recto interno; SM: semimembranoso; ST: semitendinoso.

carilla anterior del trocánter mayor. Inmediatamente por encima y detrás del mismo, se encuentra el glúteo medio, que nace del tercio medio y posterior del ala ilíaca y se inserta mediante dos tendones: el anterior, más aplanado en la faceta externa del trocánter mayor, y el posterior, de mayor grosor en la faceta posterosuperior (**Fig. 8-25 B**).

Para explorar la cara externa de la cadera, se coloca al paciente en decúbito lateral sobre el costado opuesto (**Fig. 8-26**). La extremidad

en contacto con la camilla se coloca en flexión de rodilla, mientras que la que es objeto de estudio se sitúa en posición anatómica. Se localiza con la palpación manual el reborde óseo correspondiente al trocánter mayor y se coloca la sonda transversalmente (v. **Fig. 8-26**, marca amarilla). Se podrá apreciar en la ecografía una forma en «tienda de campaña».

En la cara más anterior del trocánter, se observa la inserción del tendón del glúteo menor (**Fig. 8-27 A**). En la cara lateral del

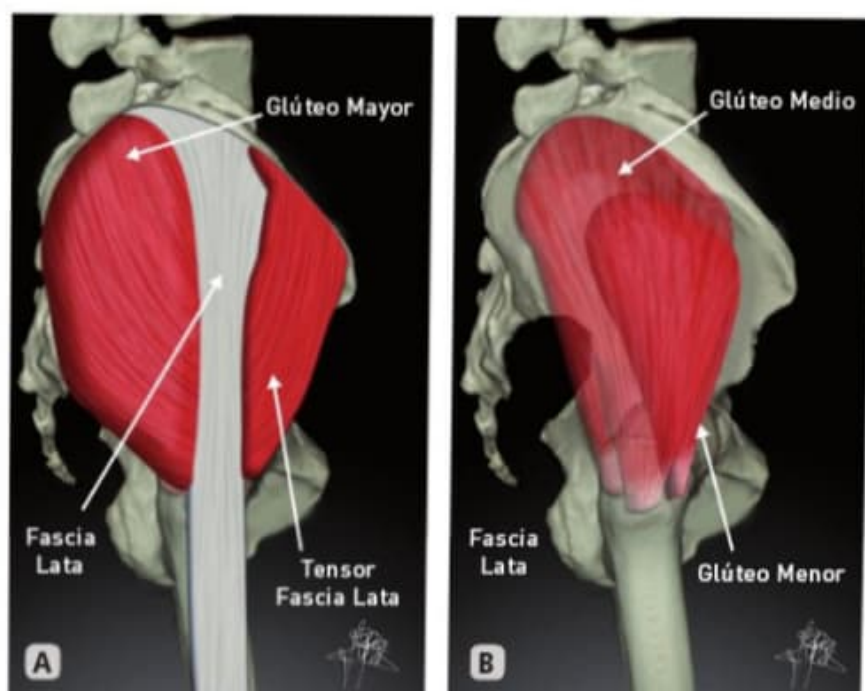


Figura 8-25. Capas musculares superficial (A) y profunda (B) de la cara lateral de la cadera.



Figura 8-26. Posición lateral, marcas de colocación de sonda.

trocánter, se encontrará el tendón anterior del glúteo medio, con su forma aplanada (**Fig. 8-27 B**).

Inmediatamente por encima del glúteo medio, se aprecia la *fascia lata*. Al desplazar el transductor un poco hacia atrás y arriba,

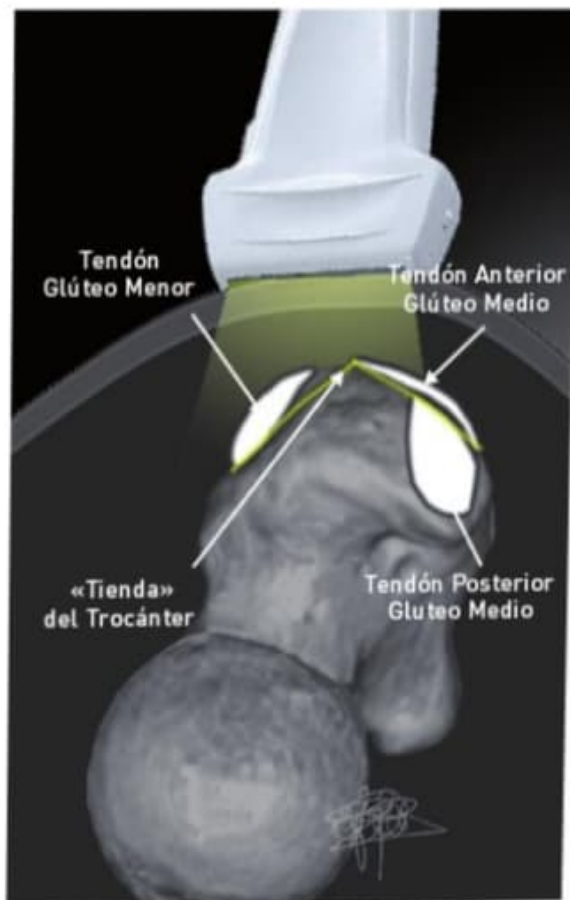


Figura 8-28. Dibujo esquemático de posición del transductor en el trocánter y localización de las estructuras visualizadas.

se encuentra la inserción del tendón posterior del glúteo medio, más grueso, cordonal y potente (**Fig. 8-28**). Colocando la sonda en el eje largo (v. **Fig. 8-26**, marcas rojas), se podrá apreciar la localización superficial del glúteo medio respecto al menor (**Fig. 8-29**).

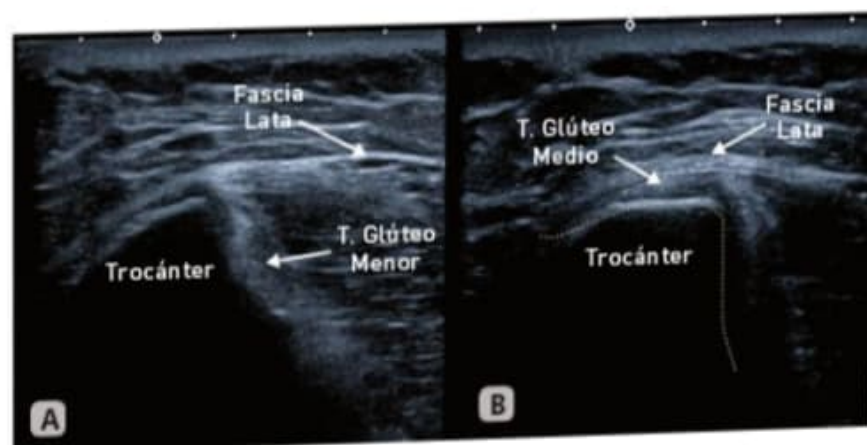


Figura 8-27. A y B) Ecografía a la altura del trocánter, en la que se aprecian las inserciones de los tendones glúteos medio y menor.

Figura 8-29. Reconstrucción de ecografía de musculatura glútea en eje longitudinal.



Cara medial de la cadera

Los músculos que forman parte de la cara medial de la cadera son el recto interno (o grácil) y los aductores; concretamente, el aductor largo (o mediano), el corto y el mayor. El más superficial es el aductor largo, cuyo tendón se origina en la sínfisis del pubis y es visible a simple vista, sirviendo, como se verá, como referencia para la colocación transversal de la sonda.

El siguiente en profundidad es el aductor corto, que nace en la rama inferior del pubis.

Más profundo se encuentra el aductor mayor, con origen en la rama inferior de pubis e isquion hasta la tuberosidad. El más medial es el recto interno, que parte del cuerpo y la rama inferior del pubis (**Fig. 8-30**).

Para explorar esta zona ecográficamente, se coloca al paciente en decúbito supino y se solicita una discreta flexión de cadera y rotación externa (**Fig. 8-31**). En esta postura, se puede palpar el relieve formado por la contracción del aductor largo; la sonda se coloca transversal a dicho tendón (**Fig. 8-31**, marca azul). La imagen obtenida es la de un círculo con un tendón intramuscular de forma característica (**Fig. 8-32**). Si sobre dicho tendón aductor se rota la sonda 90° (**Fig. 8-31**, marca roja), se puede apreciar éste longitudinalmente, llegando a alcanzar la sínfisis pubiana (**Fig. 8-33**).

Basculando ligeramente la sonda sobre el tendón aductor, se pueden llegar a distinguir en la misma imagen los tres aductores: más superficial el aductor largo, en el medio el

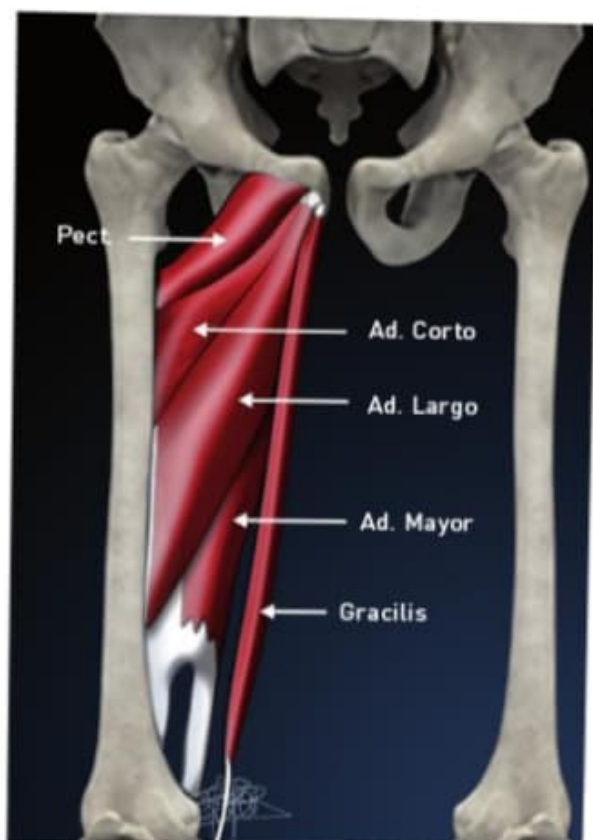


Figura 8-30. Dibujo anatómico de las estructuras valorables en la cara interna de la cadera. *Gracilis*: recto interno; *Ad.*: aductor; *Pect.*: pectíneo.



Figura 8-31. Posición exploratoria de la cara interna de la cadera. Marcas de posición de la sonda.

aductor corto y más profundo el aductor mayor (v. **Fig. 8-33**).

Volviendo a la posición inicial (v. **Fig. 8-31**, marca azul), desde el aductor largo se desliza el transductor, manteniendo el eje, hacia atrás, en dirección a la camilla (casi llegando a contactar con ella), hasta encontrar el recto interno. La imagen ecográfica que ofrece el recto interno en este punto es característica, con la forma de un «sol» que lanza unos rayos, dividiendo así a los aductores (**Figs. 8-34** y **8-35**).

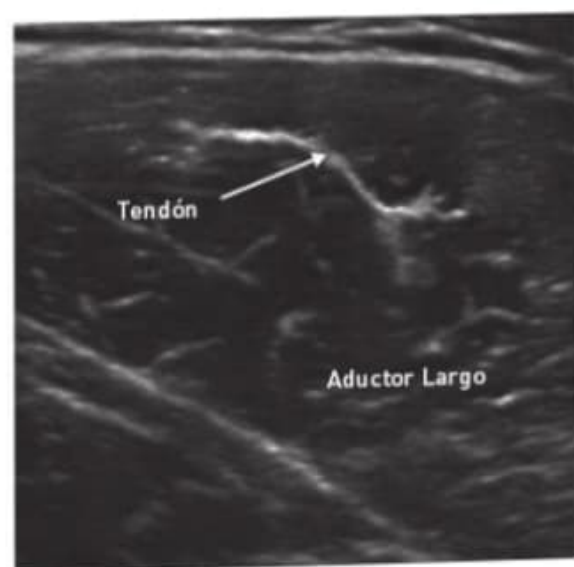


Figura 8-32. Marcador ecográfico: aductor largo con su tendón intramuscular.

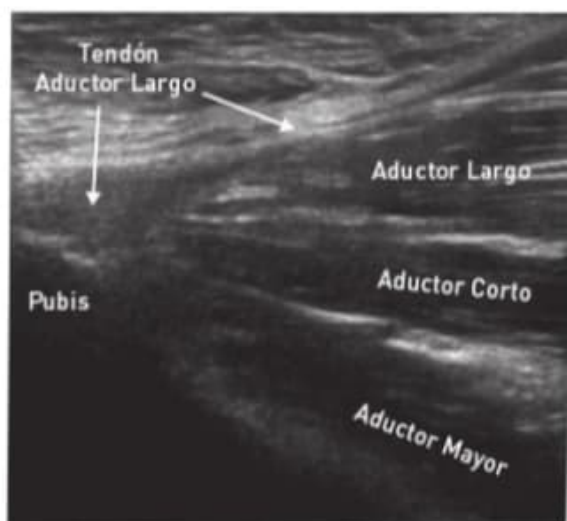


Figura 8-33. Aductores en eje largo próximos al pubis.

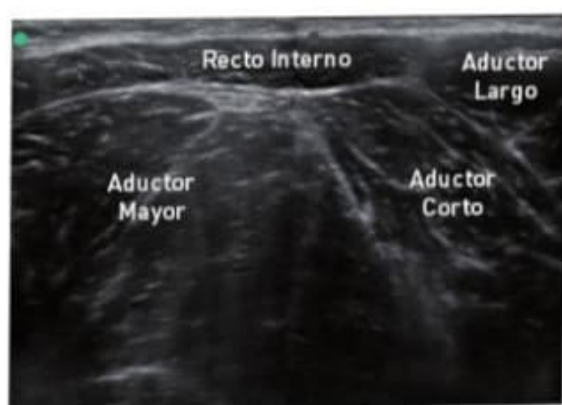


Figura 8-34. Conjunto de músculos de la cara interna de la cadera. Localización en eje corto partiendo del recto interno (o *gracilis*) como marcador ecográfico. Forma en «sol y sus rayos».

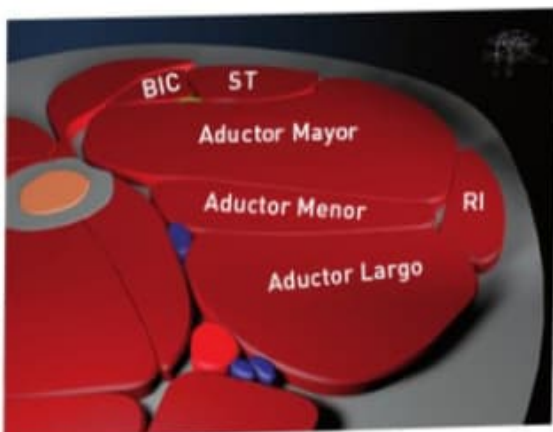


Figura 8-35. Corte coronal a la altura de los aductores. RI: recto interno; ST: semitendinoso; BIC: bíceps.

RESUMEN



- La ecografía en la cadera entraña más dificultad que en otras localizaciones, debido a la profundidad de las estructuras y a la incomodidad que supone desnudar al paciente en la consulta. En el caso de pacientes obesos, la visibilidad puede llegar a ser escasa; sin embargo, se pueden valorar muchas estructuras y hacer que el esfuerzo merezca la pena. Quistes en iliopsoas, lesiones tendinosas glúteas, bursitis trocantiéreas, derrames articulares y meralgias parestésicas son patologías, entre otras, que se pueden diagnosticar con (relativa) mayor facilidad.
- El muslo, sin embargo, especialmente en patología deportiva, es muy accesible a la ecografía. Las lesiones del tendón intramuscular del recto femoral, las desinserciones y roturas de los isquiotibiales y aductores, los hematomas y seromas, son identificables con el ecógrafo. Reconocer las estructuras aquí detalladas es el primer paso para llegar a ello.
- A pesar de la creciente demanda de exploraciones del piramidal, se debe recordar que la ecografía no es la mejor técnica para valorar este músculo ni los vecinos, al menos con la tecnología actual; su estudio pertenece al campo de la resonancia magnética. Merece la pena, sin embargo, resaltar la gran utilidad del ultrasonido para guiar distintos tratamientos en estas zonas con gran precisión (hidrodisección del nervio ciático, anestesia del piramidal, infiltraciones de corticoides, factores de crecimiento, ácido hialurónico, etc.).

MATERIAL COMPLEMENTARIO



- **Videos 8-7 y 8-8:** Partiendo del tendón central del recto femoral, visualización de inserción del recto femoral en EIAI en eje corto y luego en largo.
- **Videos 8-9 y 8-10:** Partiendo del tendón central, de nuevo cruce del sartorio y se llega hasta EIAS donde se aprecia la inserción del sartorio anteriormente y tensor de la fascia lata posterior.
- **Video 8-11:** Visión desde la eminencia iliopectínea del psoas, primero en eje corto y luego en eje largo, descubriendo debajo la cabeza del fémur y el lábrum.
- **Video 8-14:** Partiendo de la EIAI en eje corto se llega al paquete vasculonervioso, donde nos situamos en eje largo primero sobre la arteria femoral, estando por debajo el psoas y luego sobre la vena femoral estando por debajo el pectíneo.
- **Video 8-17:** Partiendo de la EIPS, se aprecia el piramidal en eje largo, posteriormente el obturador interno inmediatamente inferior al ciático y más abajo el cuadrado femoral. Al girarse sobre el ciático en eje largo se aprecia cómo profundiza entre obturador interno por debajo y piramidal por encima.
- **Videos 8-19 y 8-20:** Partiendo del ciático en la «estrella de Mercedes», desplazamiento proximal en eje corto sobre los tendones de los isquiotibiales hasta su inserción en tuberosidad isquiática.
- **Video 8-22:** Bíceps femoral con su porción larga (bl) y corta (bc) de proximal a distal.
- **Video 8-23:** Semimembranoso y semitendinoso desde proximal a distal.

Nota de los coautores: la sistemática de exploración del músculo piramidal es original del Dr. Alejandro Ortega, del hospital Asepeyo de Coslada.

Ecoanatomía y sistemática exploratoria de la rodilla

CAPÍTULO

9

I. Iriarte Posse

■ ■ INTRODUCCIÓN

La rodilla es una articulación expuesta a una gran diversidad de lesiones. Debe combinar una gran resistencia a la carga prolongada con la capacidad de propulsar el cuerpo, tanto en movimientos básicos diarios (subir, bajar, arrodillarse), como en gestos deportivos con cambios bruscos de dirección, (pivote, frenadas y saltos, etc.).

La concepción antigua de que los movimientos de la rodilla se realizan en un solo eje de flexoextensión dista mucho de la realidad. Con la flexoextensión se combinan rotación interna y externa y traslación anteroposterior.

En extensión máxima, los principales ligamentos se tensan para bloquear la rodilla, logrando así una estabilidad completa. Al iniciarse la flexión, se introducen movimientos de rotación tibial interna y externa y, para que la flexión pueda ser máxima, es preciso un pequeño componente de traslación posterior del fémur sobre la tibia, posible gracias a los distintos radios de giro de las zonas condilares anterior y posterior. Se consiguen así una máxima estabilidad en extensión, la posibilidad de girarnos sobre la rodilla cuando ésta se encuentra flexionada y llegar a completar hasta 145° de flexión.

Por su localización superficial, una gran parte de las estructuras de la rodilla pueden ser valoradas de manera precisa y fiable con la ecografía. Se utiliza casi exclusivamente la sonda lineal de 6-13 MHz. Ocasionalmente, pueden ser útiles la sonda *convex* para hueco poplíteo en pacientes obesos y sondas de hasta 15 MHz para la valoración de algunas

estructuras superficiales concretas, como por ejemplo el nervio ciático poplíteo externo a su paso por la cabeza peroneal. Cualquier estructura situada entre la piel y el hueso es susceptible de ser ecografiada con precisión; por lo tanto, se podrán estudiar músculos, ligamentos laterales, tendones, alerones bur-sas, nervios, vasos y cartilagos. Sin embargo, las estructuras intraarticulares sólo pueden ser valoradas parcialmente en unos casos, y en otros no pueden serlo dada su localización (meniscos en su porción intraarticular, LCA, LCP proximal, cartilago rotuliano interno y mesetas tibiales) (Fig. 9-1).

■ ■ GENERALIDADES DE ANATOMÍA

La rodilla es una articulación de tipo troclear formada por tres huesos: el extremo inferior del fémur, el extremo superior de la tibia y, por delante, la cara posterior de la rótula (Fig. 9-2).

La parte más distal del fémur termina en dos cóndilos, que se articulan con sus respectivas mesetas tibiales. En su parte anterior, la superficie articular de los cóndilos se continúa con la carilla correspondiente de la rótula. Los cóndilos no son iguales entre sí: la superficie articular del cóndilo interno es más larga que la del externo.

En el extremo superior de la tibia se encuentran sus dos mesetas. La interna es más larga y de superficie cóncava, mientras que la externa es más ancha y ligeramente convexa en sentido anteroposterior (v. Fig. 9-2). Teniendo en cuenta esta morfología, se podría concluir que el compartimento interno tiene, fundamentalmente, una función de

Valorables en su totalidad	Valorables parcialmente	No valorables
Ligamento lateral interno Ligamento lateral externo Alerones rotulianos Tendón rotuliano Tendón cuadriceps Pata de ganso Tendón popliteo Cintilla iliotibial Bíceps crural Vasos Nervios ciático popliteo interno y externo	Meniscos Ciertos cartilagos Ligamento cruzado posterior	Algunos cartilagos Ligamento cruzado anterior

Figura 9-1. Clasificación de las diferentes estructuras de la rodilla según su susceptibilidad a la valoración ecográfica.

estabilidad, mientras el externo permite una mayor movilidad. Las dos mesetas se encuentran separadas entre sí por la espina tibial, que termina por arriba en dos tubérculos. Las dos superficies articulares de la tibia están recubiertas, como la del fémur, por cartilago hialino, con un mayor grosor en la parte media, lugar máximo de carga en bipedestación.

Como ya se ha comentado previamente, los complejos movimientos de la rodilla en varios ejes se consiguen gracias a la incongruencia de las superficies articulares entre cóndilos y mesetas tibiales. Con el objetivo de compensar esta incongruencia, para estabilizar y transmitir de forma eficaz las cargas

existen, además del cartilago articular, unas estructuras fibrocartilaginosas de sección triangular, los meniscos, y los complejos ligamentosos.

Los desplazamientos anteroposteriores de tibia y fémur son evitados por los ligamentos cruzados: el anterior evita la traslación anterior de la tibia y el posterior evita el movimiento posterior de la misma. Los ligamentos laterales estabilizan los movimientos en varo, gracias al ligamento lateral externo, y en valgo, gracias al ligamento lateral interno.

La rodilla en extensión presenta un valgo fisiológico de 10-15° en hombres y de 15-20° en mujeres. Las alteraciones de la estática con



Figura 9-2. Imágenes de TC 3D de la articulación de la rodilla.

aumento de este eje favorecen la sobrecarga del compartimento externo y de la faceta rotuliana externa, mientras que su disminución provoca la sobrecarga del compartimento interno.

Al igual que en la mayoría de las articulaciones, se dividirá la exploración ecográfica de la rodilla en cuatro zonas: anterior, posterior, interna y externa.

Cara anterior de la rodilla

En la cara anterior de la rodilla se pueden valorar ecográficamente varias estructuras: las superficies óseas de la cara anterior rotuliana, de la parte anterior de la tróclea femoral y de la tuberosidad tibial anterior (en algunos casos también las facetas rotulianas, especialmente la interna), los tendones, como el cuadrícipital y el rotuliano, los paquetes grasos prefemorales y suprarrotulianos, la grasa de Hoffa, las bursas prerrotuliana e infrarrotulianas superficial y profunda, y otras estructuras, como el fondo de saco cuadrícipital y los alerones rotulianos.

La articulación femororrotuliana está compuesta por la tróclea femoral, en forma de valle, con una ladera interna más corta y de mayor pendiente y otra externa de mayor superficie, pero más aplanada. La rótula es un sesamoideo gigante con la misma configuración en espejo. Presenta, en su cara posterior, una superficie articular que ocupa las tres cuartas partes superiores de esta cara. Una cresta vertical divide esta superficie

articular en dos carillas laterales: una externa, más grande y excavada en su centro, y otra interna, más pequeña, ligeramente cóncava. Está recubierta con un revestimiento cartilaginoso de considerable espesor (3-4 mm), casi uniforme, que apenas se atenúa en sus bordes.

A medida que se flexiona la rodilla, la superficie de la rótula que contacta con el fémur va variando de tal forma que, en extensión, el juego con el fémur lo realiza la parte más distal de la rótula y en flexión, la más proximal. Por otra parte, la tróclea del fémur es más plana en su parte proximal y más excavada distalmente, lo que explica la mayor tendencia a la inestabilidad de la rótula en extensión. Contribuyendo a esta estabilidad se encuentran los retináculos lateral y medial, bandas fibrosas de anatomía compleja. Simplificando, se podría decir que ambos constan de dos capas, una superficial y otra profunda. Las profundas unen ambos lados de las caras lateral y medial rotuliana con el cóndilo femoral y con la tibia. La superficial medial es una confluencia de la fascia que rodea sartorio, vasto medial y fibras de la porción superficial del ligamento colateral medial, y se insertan en la rótula y el tendón rotuliano. El retináculo superficial lateral se origina en la cintilla iliotibial y en la fascia del vasto lateral; las fibras se dirigen anteriormente, para insertarse también a lo largo de la rótula y del tendón rotuliano (Fig. 9-3).

El tendón rotuliano es una cinta fibrosa, muy ancha y gruesa, que se extiende desde

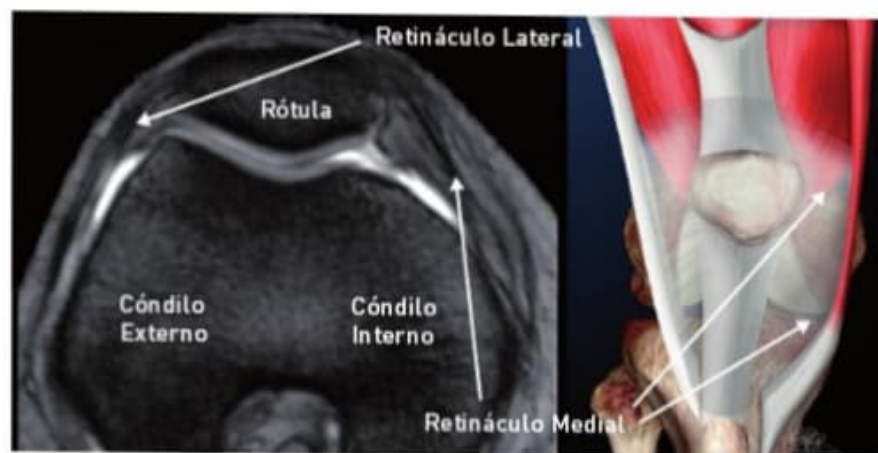


Figura 9-3. Imagen anatómica de retináculos interno y externo y su imagen correspondiente de RMN.

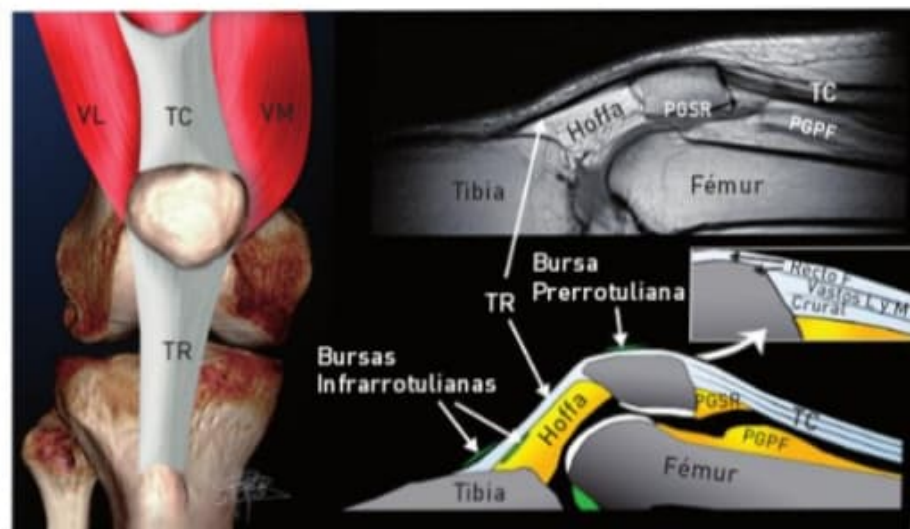


Figura 9-4. Aparato extensor: dibujo anatómico, corte sagital de RMN, esquema y ampliación de la inserción cuadricepsal. TR: tendón rotuliano; TC: tendón cuadricepsal; VM: vasto medial; VL: vasto lateral; PGPF: paquete graso preferomoral; PGSR: paquete graso suprarrotuliano.

el vértice de la rótula hasta la tuberosidad anterior de la tibia. Es ligeramente más ancho en su zona proximal (**Fig. 9-4**). Mide unos 5-6 cm de longitud, 3 cm de anchura en la zona proximal y 2 cm en la distal, y tiene un espesor de unos 5-6 mm. Su cara posterior está en relación con un paquete adiposo, conocido como grasa de Hoffa, que llena el intervalo que separa el tendón de la línea de contacto de los cóndilos con la tibia (v. **Fig. 9-4**).

El tendón cuadricepsal se compone de tres hojas superpuestas que se pueden distinguir en prácticamente todo su recorrido. La hoja más superficial es la formada por el recto femoral, la intermedia se forma por la fusión de los tendones de los dos vastos, interno y externo, y la profunda por el tendón crural o vasto intermedio (v. **Fig. 9-4**). El componente que depende del recto femoral, a su vez, posee fibras profundas que terminan en la parte proximal de la rótula y fibras superficiales que avanzan por toda la superficie anterior de la misma, hasta llegar a fusionarse con el tendón rotuliano (v. **Fig. 9-4**, recuadro ampliado), manteniendo de esta manera una continuidad a lo largo de todo el aparato extensor. Los vastos interno y externo convergen hacia la rodilla y reúnen sus inserciones tendinosas en una potente hoja, fijándose en la rótula por detrás del tendón del recto femoral. Más posterior se inserta el tendón crural, más aplanado.

Para realizar la exploración ecográfica de la cara anterior, se coloca al paciente en decúbito supino. Conviene poner una cuña bajo la rodilla, para realizar una flexión de unos 30° y lograr así que los tendones cuadricepsal y rotuliano estén levemente estirados para disminuir la anisotropía (**Fig. 9-5**).

En primer lugar, se sitúa el transductor en el eje longitudinal sobre el tercio distal del muslo y centrado sobre el cuádriceps (**Fig. 9-6**, marca roja). Se elegirá una profundidad de 3-6 cm, según la constitución del paciente, y frecuencias entre 7-11 MHz, según la estructura a valorar. Se desciende hasta encontrar una línea hiperecoica subcutánea con sombra



Figura 9-5. Posición para la exploración de la cara anterior de la rodilla.

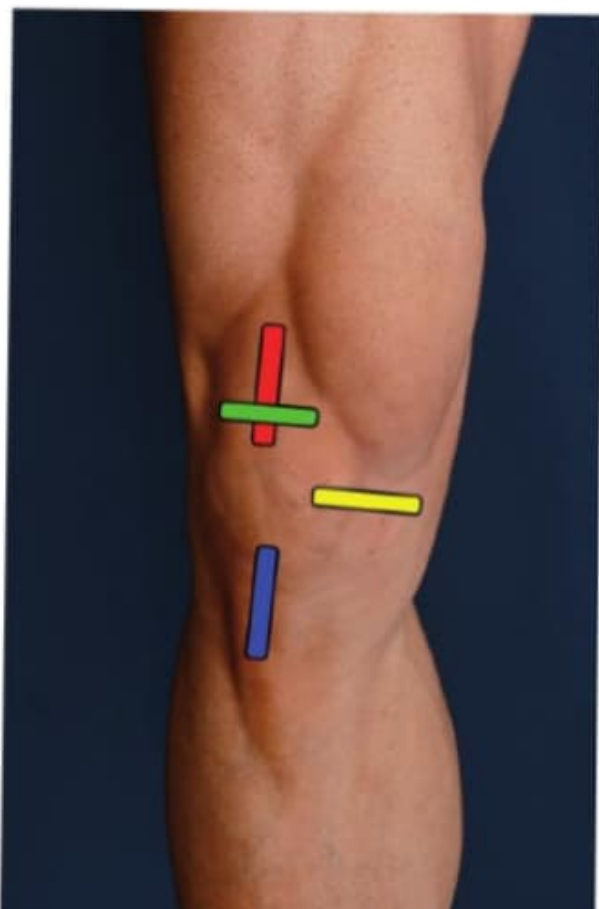


Figura 9-6. Posiciones de la sonda para valorar diferentes estructuras [véase texto].

posterior, que se corresponde con el polo proximal de la rótula.

En este corte, se han de valorar:

- El tendón cuadricipital (Figs. 9-4 y 9-7), en el que se pueden distinguir las tres capas fibrilares que lo conforman, separadas por unas pequeñas láminas hiperecoicas correspondientes a planos fibroadiposos. La capa más superficial se visualiza en casi todos los casos, y está formada por el recto femoral. Dentro de este tendón, se puede ver cómo su porción más superficial se continúa, cruzando sobre la superficie de la rótula hasta formar parte del tendón rotuliano. La intermedia se corresponde con la fusión de los tendones de los vastos lateral y medial, que convergen para formar esta capa. La profunda está formada por el tendón crural o vasto intermedio. Siguiendo en esta posición, sin mover la sonda, se puede apreciar en profundidad una línea hiperecoica que forma el suelo de la imagen, con una sombra acústica posterior; se trata de la cortical del fémur, y entre ésta y el borde posterior del tendón cuadricipital se observan los paquetes grasos.

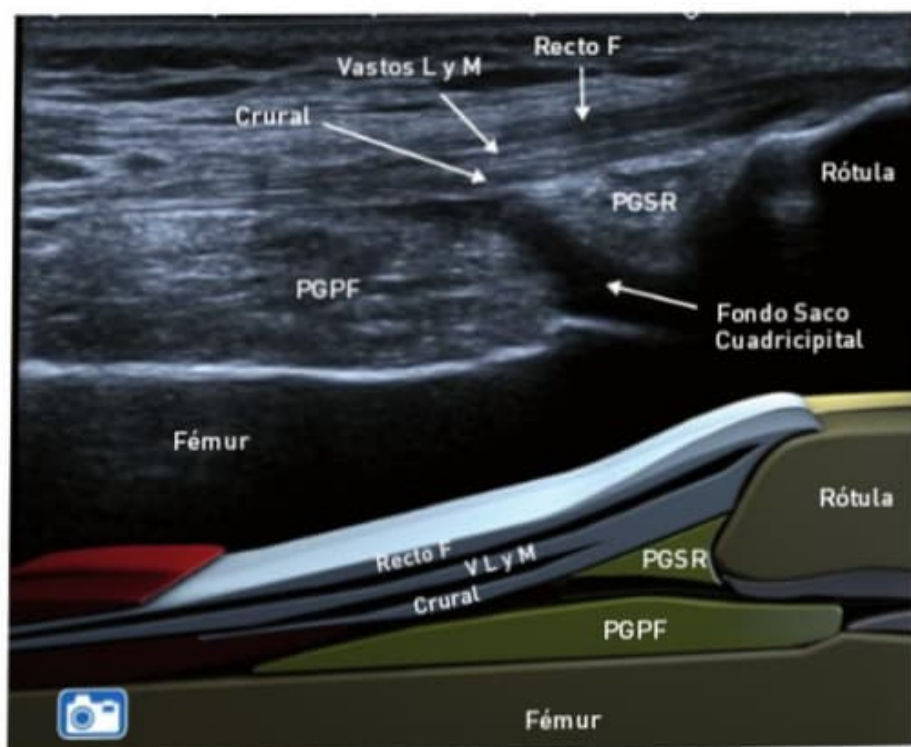


Figura 9-7. Imagen ecográfica y esquema de la inserción del tendón cuadricipital en rótula, fondo de saco y paquetes grasos. Recto F: recto femoral; Vastos L y M: vastos lateral y medial; PGSR: paquete graso subcuadricipital; PGPF: paquete graso prefemoral.

- Los paquetes grasos (véanse **Figs. 9-4 y 9-7**): el paquete graso prefemoral (PGPF) se visualiza como una estructura profunda, hiperecoica, pegada a la cortical femoral y que finaliza en un borde de contorno redondeado. El paquete graso suprarrotuliano (PGSR) se encuentra situado inmediatamente posterior al tendón cuadriceps. Tiene una forma triangular, con base en la rótula, y presenta la misma ecogenicidad que el prefemoral.
- El receso subcuadricepsal (v. **Figs. 9-4 y 9-7**): ambos paquetes grasos se encuentran separados por una estructura hipoeicoica, el receso del fondo de saco cuadricepsal de la rodilla. En ocasiones no es visible, pero habitualmente contiene una pequeña cantidad de líquido, suficiente para que se aprecie como una lámina. En casos de patología articular con derrame se visualiza fácilmente, debido al volumen que llega a alcanzar. En alrededor de un 30% de los pacientes se observa dentro del receso una plica suprarrotuliana, resto embrionario visible en la ecografía como una banda hiperecoica situada por encima de la rótula, a unos dos centímetros, dividiéndolo, y es más evidente en caso de derrame.

A continuación, se valoran los alerones rotulianos interno y externo. Para ello, se coloca la sonda en el eje transversal, en el ángulo superoexterno de la rótula (**Fig. 9-5**,



En caso de que no se vea bien el fondo de saco subcuadricepsal, se puede solicitar al paciente una contracción isométrica del cuádriceps suficiente para bombear algo de líquido sinovial al receso y hacerlo así visible. También se mejora su visión flexionando progresivamente la rodilla, con lo que se consigue el mismo efecto.

marca blanca) desde donde se observa el origen de esta fina estructura dirigiéndose hacia el cóndilo lateral. Está formada por dos láminas hiperecoicas, separadas por una hipoeicoica (**Fig. 9-8**). Se completa el examen en toda su extensión desde el vasto externo hasta el tendón rotuliano. Se realiza la misma maniobra para el alerón rotuliano interno (**Fig. 9-6**, marca amarilla).

Una variante de la normalidad que conviene conocer para no realizar un diagnóstico erróneo es la rótula bipartita, en la que existe una falta de unión en el núcleo de osificación de este hueso. Existen tres tipos, el más frecuente el tipo 3, con un núcleo separado superolateral que puede simular una fractura rotuliana.

Se continúa el examen de la cara anterior de la rodilla con la valoración del tendón rotuliano. Para ello, se coloca el extremo proximal de la sonda en la punta de la rótula, en eje longitudinal (**Fig. 9-6**, marca azul). La imagen resultante es la de una estructura fibrilar muy bien definida (**Fig. 9-9**). Hay que



Figura 9-8. Imagen ecográfica del alerón rotuliano.

Figura 9-9. Eje longitudinal del tendón rotuliano. Patrón fibrilar.



tener en cuenta que la inserción proximal del tendón no es únicamente en el vértice rotuliano, sino que se prolonga proximalmente a lo largo de los bordes medial y lateral, además de la superficie anterior de la rótula. Se examinará dicho tendón en todo su recorrido hasta la inserción en la tuberosidad tibial anterior, valorando la homogeneidad del patrón fibrilar. Al ser un tendón ancho, para su correcto estudio es necesario realizar barridos longitudinales de medial a lateral, y en el eje transversal, donde se observará el patrón ecográfico conocido como «en sal y pimienta» (**Fig. 9-10**).

Debajo del tendón se encuentra la grasa de Hoffa (v. **Figs. 9-9** y **9-10**), que se ha de valorar también. Se trata de un espacio de tejido



Figura 9-10. Eje transversal del tendón rotuliano. Patrón en «sal y pimienta». TR: tendón rotuliano.



La anisotropía puede simular la pérdida del patrón fibrilar del tendón. Para disminuir este artefacto ante cualquier duda, solicitar una mayor flexión de rodilla.

graso que contiene tabicaciones en forma de ondas hiperecoicas sobre un fondo más hipoecoico.

Para finalizar el estudio de la cara anterior, se rastrean las bursas y el cartilago de la tróclea femoral. Superficial a la inserción patelar del tendón rotuliano se encuentra la bursa prerrotuliana superficial, mientras que en la inserción distal en la tuberosidad tibial se podrán ver dos bursas: la infrarrotuliana profunda y la infrarrotuliana superficial (**Fig. 9-11**).

- **Bursa suprarrotuliana:** para valorar el contorno superficial de la cortical rotuliana, se debe echar una cantidad abundante de gel y disminuir la flexión de rodilla hasta unos 10° , observándose así la continuidad del componente superficial del recto femoral del tendón cuadriceps con el tendón rotuliano. Dentro del tejido celular subcutáneo, a la altura del tercio distal de la rótula y proximal al tendón rotuliano, se encuentra la bursa suprarrotuliana o prerrotuliana. En condiciones normales es un espacio virtual, no visible en ecografía, y se consideran como patológicas cantidades incluso mínimas de líquido en su interior. De existir, se vería como una colección

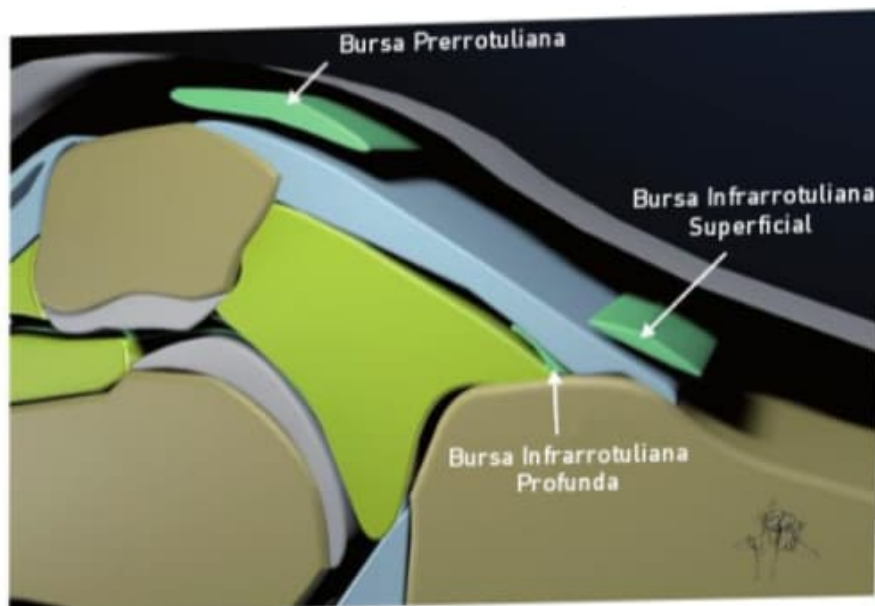


Figura 9-11. Dibujo anatómico que representa la localización de las bursas más frecuentes.

hipoecoica que fluctúa con el paso de la sonda. Para poder detectarla se debe evitar presionar con el transductor, ya que se colapsa con facilidad y se hace invisible al estudio ecográfico.

- La bursa infrarrotuliana profunda o pretibial se encuentra situada entre el tendón rotuliano y la tibia, en la zona más distal de la grasa de Hoffa. Esta bursa puede mostrar una pequeña cantidad de líquido sin que se deba considerar patológico.
- La bursa infrarrotuliana superficial se encuentra más distal y superficial al tendón rotuliano (v. **Fig. 9-11**).

Para valorar el cartilago troclear, se solicita al paciente una flexión máxima de rodilla,



Para la correcta valoración de la porción superficial del tendón del recto femoral y de la bursa suprarrotuliana, deberemos fijar la frecuencia en torno a los 13-15 MHz y usar mucho gel para realizar la técnica de *floating*, en la que el transductor «flota» en el gel sin llegar a contactar con la piel, evitando así que ciertas estructuras virtuales, como la bursa, se vean colapsadas y desaparezcan, por lo tanto, de nuestro campo de visión.

logrando de esta manera exponer la mayor cantidad de cartilago (**Fig. 9-12 A**). Se realiza un peinado de arriba abajo con el transductor en el eje transversal, y de dentro afuera en el eje sagital. En condiciones normales, debido

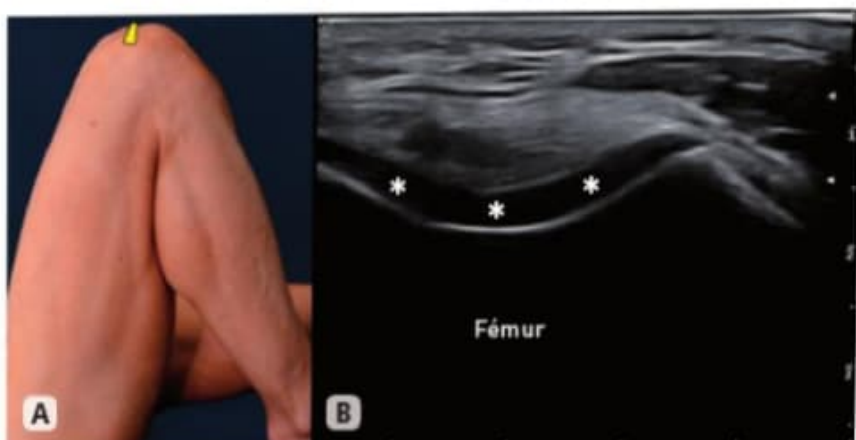


Figura 9-12. A) Posición de la rodilla y colocación de la sonda (marca amarilla). B) Imagen ecográfica obtenida; los asteriscos señalan el cartilago troclear.

a su gran contenido en agua, se aprecia como una banda uniforme hipoeoica, apuesta sobre la cortical de la tróclea femoral (**Fig. 9-12 B**). Suele tener un espesor máximo en su zona media de 2,5-3 mm. Se valorarán irregularidades en su grosor, alteraciones en la ecogenicidad y presencia o no de osteofitos, así como la integridad del hueso subcondral.

En la mayoría de los pacientes se puede valorar el cartilago rotuliano de manera parcial, sobre todo el correspondiente a la faceta rotuliana interna. Para ello, se desplaza la patela, subluxándola internamente para que quede así expuesto el cartilago de la faceta interna, y a la inversa. Se coloca el transductor, según corresponda, en el borde medial o en el lateral de la patela, dirigiendo el haz hacia la carilla articular, tanto en el eje sagital como en el axial. El estudio de la carilla lateral suele ser más difícil debido a la morfología de la tróclea, con una cara externa más larga.

Para realizar dichas maniobras, es necesario que la rodilla se encuentre en extensión completa y con total relajación del aparato extensor; en caso contrario, será imposible.

Cara externa de la rodilla

En la cara externa se pueden valorar la interlínea articular femorotibial externa, la articulación tibioperonea proximal, el borde periférico del menisco externo, la cintilla iliotibial, el tendón poplíteo proximal y la inserción distal del bíceps femoral, que por su trayecto puede ser incluido tanto en la cara externa como en la posterior. Se puede examinar también el ligamento lateral externo (**Fig. 9-13**).

La articulación tibioperonea proximal está situada en la parte posterolateral del cóndilo lateral de la tibia. Ambas carillas articulares están recubiertas por una delgada capa de cartilago y presenta una capsula articular tapizada por membrana sinovial, que es independiente de la de la rodilla en la mayoría de las ocasiones. Para conferirle estabilidad, cuenta además con dos ligamentos, uno anterior y otro posterior.

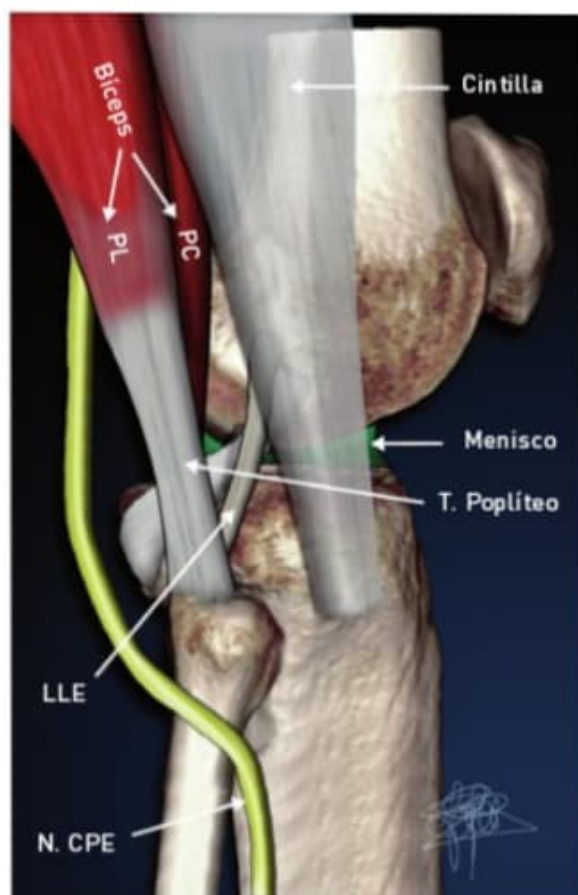


Figura 9-13. Dibujo anatómico de las estructuras más importantes de la cara lateral de la rodilla. LLE: ligamento lateral externo; NCPE: nervio ciático poplíteo externo; PL: porción larga; PC: porción corta.

La cintilla iliotibial es una ancha lámina tendinosa que se origina a la altura del tercio superior del muslo, íntimamente unida a la fascia del muslo, recubriéndola. Desciende por su cara lateral hasta la rodilla, donde termina insertándose en el cóndilo lateral de la tibia, en el tubérculo de Gerdy. Algunas fibras se dirigen anteriormente, formando parte del retináculo lateral (v. **Fig. 9-13**).

El tendón poplíteo se inserta en una fosa ósea, situada en posición inferior y posterior al epicóndilo lateral del fémur (v. **Figs. 9-2** y **9-13**). Es un tendón corto, con forma ovalada y aplanado. Por encima lo cruzan el ligamento colateral lateral, que es más posterior, y la cintilla iliotibial, más anterior.

El bíceps femoral, como se ve en el capítulo del muslo, tiene dos cabezas, la corta y

la larga, que se juntan formando un tendón palpable en la cara posterolateral inferior del muslo y que se inserta en la superficie lateral de la cabeza del peroné, fusionándose en parte con el ligamento colateral externo (v. **Fig. 9-13**). El ligamento colateral externo tiene forma de cordón redondo y grueso. Nace proximalmente en la zona superior del epicóndilo lateral, justo por encima del tendón poplíteo e inferior a la fosita de inserción del gemelo lateral. Se inserta distalmente en la superficie anterolateral de la cabeza del peroné.

Para el estudio ecográfico, se coloca al paciente en decúbito supino, con la rodilla discretamente flexionada, y se le solicita una rotación interna de la pierna y el pie (**Fig. 9-14**). Se recomienda empezar el estudio con la valoración de la interlínea articular y del menisco externo. Para ello, se coloca la sonda siguiendo el eje de la pierna hasta encontrar la interlínea articular (**Fig. 9-14**, marca roja). El menisco externo es más pequeño que el interno. Se estudia en el eje corto, viéndose como una estructura hiperecoica triangular de base superficial y vértice en profundidad (**Fig. 9-15**). Este último escapa al estudio, dada su situación y por su pequeño tamaño. En casos de sospecha de quiste meniscal, aumentará la sensibilidad del estudio solicitando una flexión forzada de rodilla.

La cintilla iliotibial se estudia más fácilmente en el eje largo, colocando la sonda en



Figura 9-14. Posición exploratoria para estructuras de la cara externa de la rodilla.

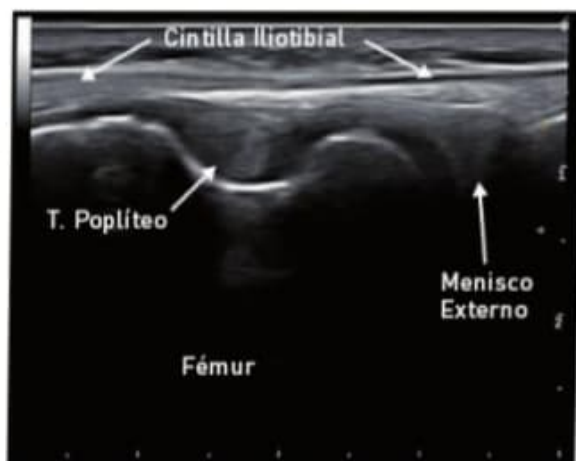


Figura 9-15. Imagen ecográfica de la cara lateral de la rodilla a la altura de la fosa, para el tendón poplíteo y la interlínea articular.

la cara lateral de la rodilla y siguiendo la dirección del fémur a la altura de la unión entre los tercios anterior y medio de la rodilla (**Fig. 9-14**, marca azul). Se aprecia una estructura fibrilar delgada, situada entre dos capas fasciales hiperecoicas (v. **Fig. 9-15**). Siguiéndola distalmente, se ensancha en forma de trompeta en su inserción tibial, en el tubérculo de Gerdy (**Fig. 9-16**). Se debe prestar especial atención a la altura del epicóndilo femoral por ser una zona de rozamiento, asiento del síndrome de fricción de la cintilla iliotibial (rodilla del corredor o *runner's knee*).

La localización del tendón poplíteo es más sencilla, poniendo la sonda en el tercio medio de la rodilla, en el eje largo proximal a la interlínea articular, hasta que se aprecie la fosa del fémur, fácilmente reconocible por su forma ovalada (**Figs. 9-14**, marca azul, y **9-15**). El tendón presenta aquí una importante anisotropía, y por encima de él se pueden apreciar, en su zona más anterior, la cintilla iliotibial y, más posteriormente, el ligamento colateral externo (v. **Fig. 9-13**).

La forma más sencilla de estudiar el ligamento colateral externo es localizar la cabeza del peroné. Este autor recomienda usar la palpación manual para encontrarla y situar el extremo distal de la sonda sobre ella, hasta que aparezca en el ecógrafo la cortical hiperecoica, que se encuentra bastante su-



Figura 9-16. Reconstrucción panorámica de la cintilla iliotibial hasta su inserción en el tubérculo de Gerdy.

perficial, con su sombra acústica posterior. Se orienta el extremo proximal de la sonda ligeramente anterior al distal y se realizan barridos, sin perder de vista la cabeza del peroné (Fig. 9-14, marca amarilla). Se observa una estructura cordonal ondulada, fibrilar, habitualmente hipoecoica (Fig. 9-17, arriba) debido a la anisotropía, ya que, en la posición exploratoria, el ligamento lateral se encuentra destensado. Por su morfología cordonal y su estrechez, puede ser difícil de localizar hasta que el examinador coja práctica.

Para estudiar la inserción distal del bíceps femoral, se partirá de nuevo de la localización en la cabeza del peroné, pero en esta ocasión se dirige la sonda en dirección proximal y

posterior (Fig. 9-14, marca transparente). Se puede usar como ayuda la palpación directa del tendón, por su fácil localización subcutánea. Si no se tiene en cuenta la posición de la sonda, se puede confundir la imagen del tendón del bíceps con la inserción distal del ligamento colateral externo. En la ecografía se verá como una estructura fibrilar hiperecoica, habitualmente más gruesa que el ligamento lateral externo, y que enseguida muestra el inicio del músculo hipoecoico (Fig. 9-18).

Cara medial de la rodilla

En la cara medial se pueden valorar la interlínea articular y el menisco interno, el ligamento colateral medial y la parte distal de la pata de ganso, formada por los tendones de sartorio, recto interno y semitendinoso.

El ligamento colateral medial presenta dos capas: una superficial o principal, muy resis-

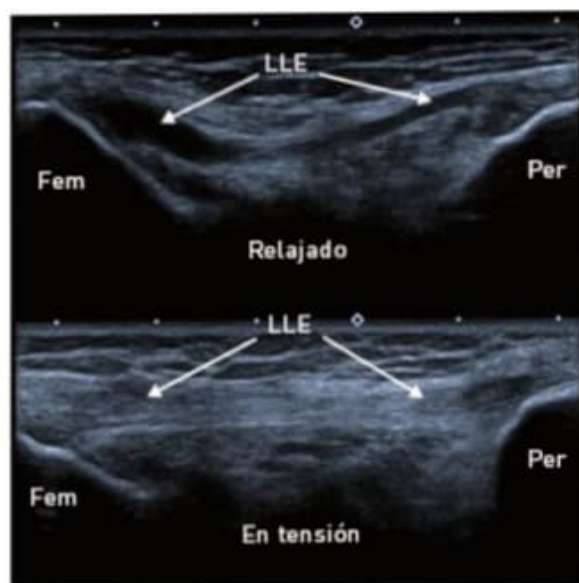


Figura 9-17. Ligamento lateral externo en eje longitudinal. Arriba, en posición exploratoria, destensado; abajo, en posición de Faber, con ligamento tenso. LLE: ligamento lateral externo.

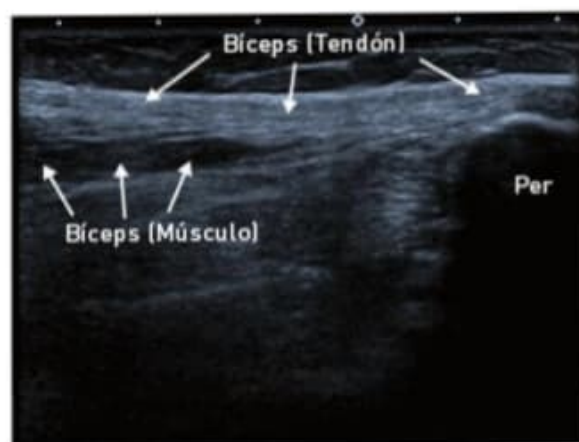


Figura 9-18. Imagen ecográfica, en eje longitudinal, de la inserción del bíceps femoral en la cabeza de peroné (Per).

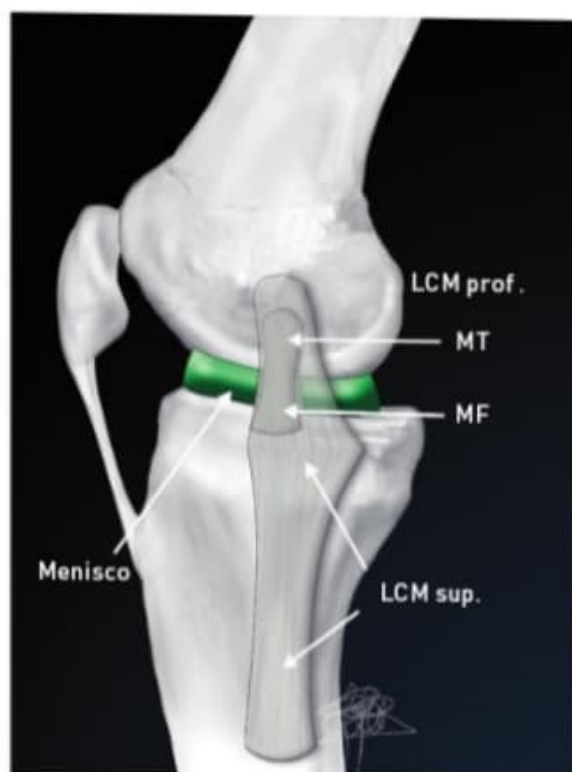


Figura 9-19. Estructuras de la cara interna. LCM prof.: ligamento colateral medial, componente profundo; LCM sup.: ligamento colateral medial, componente superficial; MF: componente menisco femoral; MT: menisco tibial.

tente, en forma de banda de aproximadamente 1,5 cm de ancho, y otra profunda o accesoria (**Fig. 9-19**).

El componente superficial se inserta en el vértice del epicóndilo medial, algo inferior al tubérculo del aductor y a la inserción de la cabeza medial del gemelo, aproximadamente a unos 4-5 cm por encima de la interlínea articular, y se dirige hacia abajo y ligeramente hacia delante, ensanchándose, recubriendo el tendón reflejo del semimembranoso e insertándose en la parte superior del borde medial de la tibia, a 6-7 cm por debajo de la interlínea.

La capa profunda está formada por fascículos que, desde el fémur y la tibia, se unen al menisco medial (v. **Fig. 9-19**). Este componente corresponde realmente a un engrosamiento de la cápsula. Existe una bursa virtual entre esta capa y la superficial. El músculo sartorio rodea posteriormente el cóndilo medial, se estrecha y se convierte en

tendinoso muy distalmente, se inclina rápido hacia abajo y anterior, con el tendón terminal situado de forma anterior a los tendones de los músculos recto interno y semitendinoso, con los cuales constituye la denominada pata de ganso (**Fig. 9-20**). El recto interno, o *gracilis*, se ensancha en abanico para insertarse en la cara medial de la tibia, posterior al sartorio, que lo cubre, y superior al semitendinoso, con el que se une estrechamente. El músculo semitendinoso se inserta posteriormente al sartorio e inferior al recto interno (**Fig. 9-20**). Junto a él constituye el plano profundo de la pata de ganso. Existen dos bursas sinoviales que separan este plano tendinoso anteriormente del músculo sartorio y posteriormente del ligamento colateral tibial. Estas bursas, en condiciones normales, no suelen ser visibles.

Para ecografiar la cara medial de la rodilla, se coloca al paciente con la rodilla en flexión de unos 45° y rotación externa de la pierna (**Fig. 9-21**). Se recomienda empezar el examen de esta área localizando la inter-

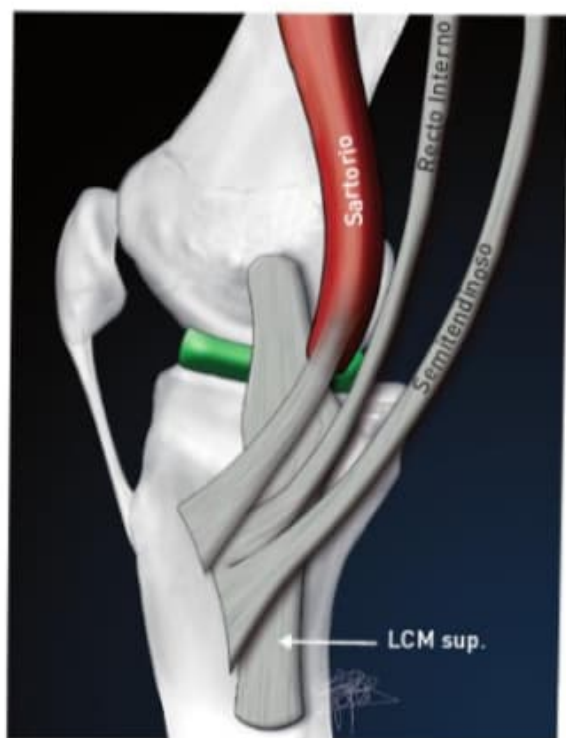


Figura 9-20. Inserción de los tendones de la pata de ganso en tibia y su relación con el ligamento colateral medial superficial (LCM sup.).



Figura 9-21. Postura para la exploración ecográfica de cara interna con diferentes marcas de la posición de la sonda.

línea articular femorotibial interna, mediante imágenes en el plano coronal (**Fig. 9-21**, marca roja). Se valora inicialmente el menisco interno, realizando barridos anteroposteriores para examinar toda su periferia. El menisco, al igual que en el lado externo, se observa como un triángulo hiperecoico con base bien definida y pérdida de visión del vértice (**Fig. 9-22**).

Dada su localización en profundidad, en algunos casos se podrá mejorar la visión realizando un estrés en valgo de la articulación. A continuación, sin cambiar la sonda de orientación, se sitúa en el tercio medio de la interlínea, revelando el ligamento colateral medial. Se pueden distinguir sus dos componentes, superficial y profundo, como dos capas hiperecoicas separadas por una fina línea hipoeoica que se corresponde con tejido graso y bursa situado entre ambos componentes. El componente profundo se

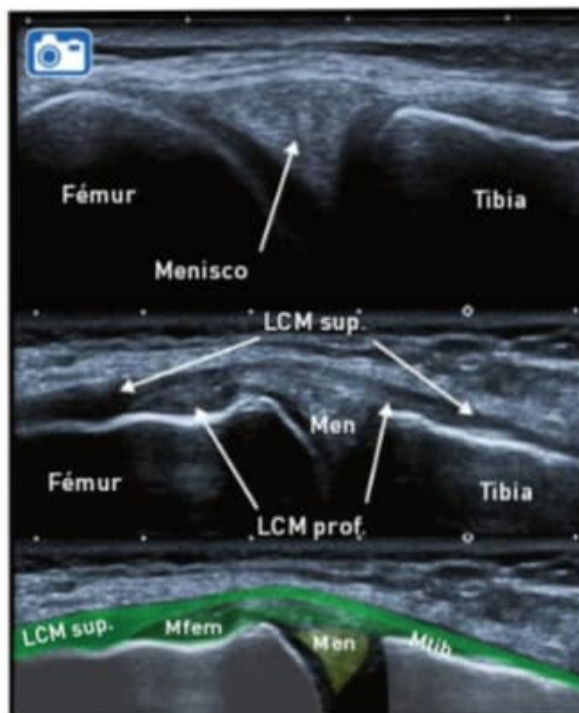


Figura 9-22. Arriba: imagen ecográfica de menisco interno; centro: imagen ecográfica de menisco y ligamento colateral medial, con sus fascículos profundo (LCM prof.) y superficial (LCM sup.); abajo: esquema de las estructuras observadas. Men: menisco; Mfem: menisco femoral; Mtib: menisco tibial.

divide, a su vez, en un ligamento que va desde el menisco hasta la tibia, o componente meniscotibial, y otro desde el menisco al fémur, o meniscofemoral (v. **Fig. 9-22**). Por encima de éste se observa el componente superficial, más resistente y de gran anchura y longitud, que va desde el epicóndilo femoral hasta el tercio proximal de la tibia. A nivel distal pasa a ser hipoeoico por efecto de la anisotropía (**Figs. 9-22** y **9-23**). Dada su anchura, este componente hay que valorarlo también en cortes transversales, en los que se ve como una media luna hiperecoica. En caso de dudas sobre su integridad, se debe examinar de forma dinámica, con maniobras de estrés en valgo para comparar su comportamiento con el contralateral.

La pata de ganso (*pes anserinus*) se inserta en la cara anteromedial de la metafisis tibial, a unos 5-6 cm de la interlínea articular, anterior al ligamento colateral medial, al que

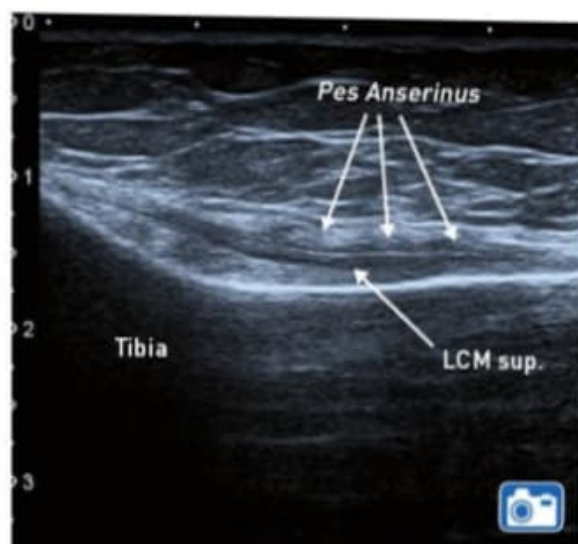


Figura 9-23. Imagen ecográfica de la pata de ganso en su eje transversal. LCM sup: ligamento colateral medial, fascículo superficial.

cruza por encima (**Fig. 9-20**). Localizar su inserción distal puede ser difícil para el ecografista debutante. Para ello, se ha de buscar la parte más distal del fascículo superficial del LCM, en su eje largo. Por encima de éste se pueden apreciar, de manera tenue, unos engrosamientos ovalados en número de dos o tres que «pisan» el LCM (**Fig. 9-23**). Si se rota la sonda lentamente sobre uno de ellos, se visualiza una estructura fibrilar curvada que se inserta en la tibia (**Figs. 9-24** y **9-21**, marca

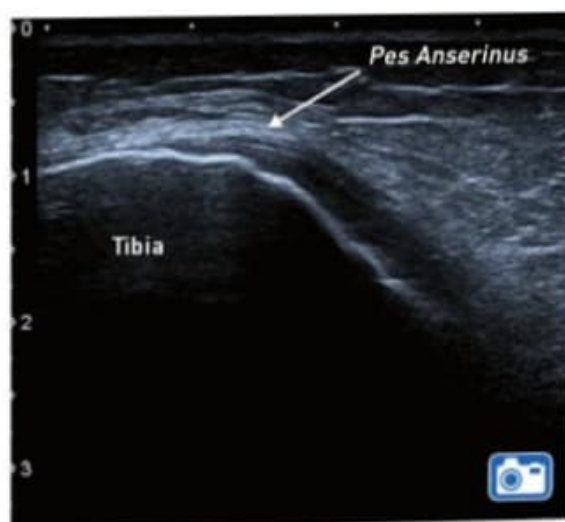


Figura 9-24. Imagen ecográfica de uno de los componentes de la pata de ganso en su eje longitudinal, en su inserción tibial.

azul, y que corresponde a uno de los tendones de la pata de ganso. Para poder distinguir sus tres componentes con mayor claridad (de anterior a posterior: sartorio, recto interno y semitendinoso), con la sonda en el eje transversal, se desplaza en dirección posterior y proximal. Se abordarán estas estructuras dentro del siguiente apartado.

Cara posterior de la rodilla

En la cara posterior de la rodilla se pueden examinar varias estructuras articulares, tendinosas, vasculares y nerviosas. Para una mejor comprensión, se divide la cara posterior en tres zonas: posterointerna, posterointerna y central.

Zona posterointerna

Las principales estructuras a estudiar en esta zona son, a nivel articular, la parte posterior del cóndilo interno y el cuerno posterior del menisco interno; en el tendinoso, la parte proximal de la pata de ganso y el tendón semimembranoso (**Fig. 9-25**).

El cartilago de la cara posterior del cóndilo femoral se reconoce con facilidad como una banda hipoecoica bien definida, apuesta sobre la cortical. Entre él y el reborde posterointerno de la tibia se encuentra el cuerno posterior del menisco interno. Al igual que en su visión en la cara interna, se aprecia como un triángulo hiperecoico de vértice profundo y base superficial (**Figs. 9-26 A y B**, y **9-29**, marca roja).

Dentro de la pata de ganso, el sartorio es el más anterior y profundo de sus componentes, y es fácilmente reconocible porque su porción muscular se prolonga más distalmente que en el resto, y su tendón es más corto (v. **Fig. 9-25 A**). El recto interno desciende casi verticalmente por el muslo, de forma gradual se redondea y continúa con un tendón largo y delgado que se va formando sobre el borde posterior del músculo, en su tercio inferior.

El músculo semitendinoso se continúa con un tendón largo y delgado que se origina en

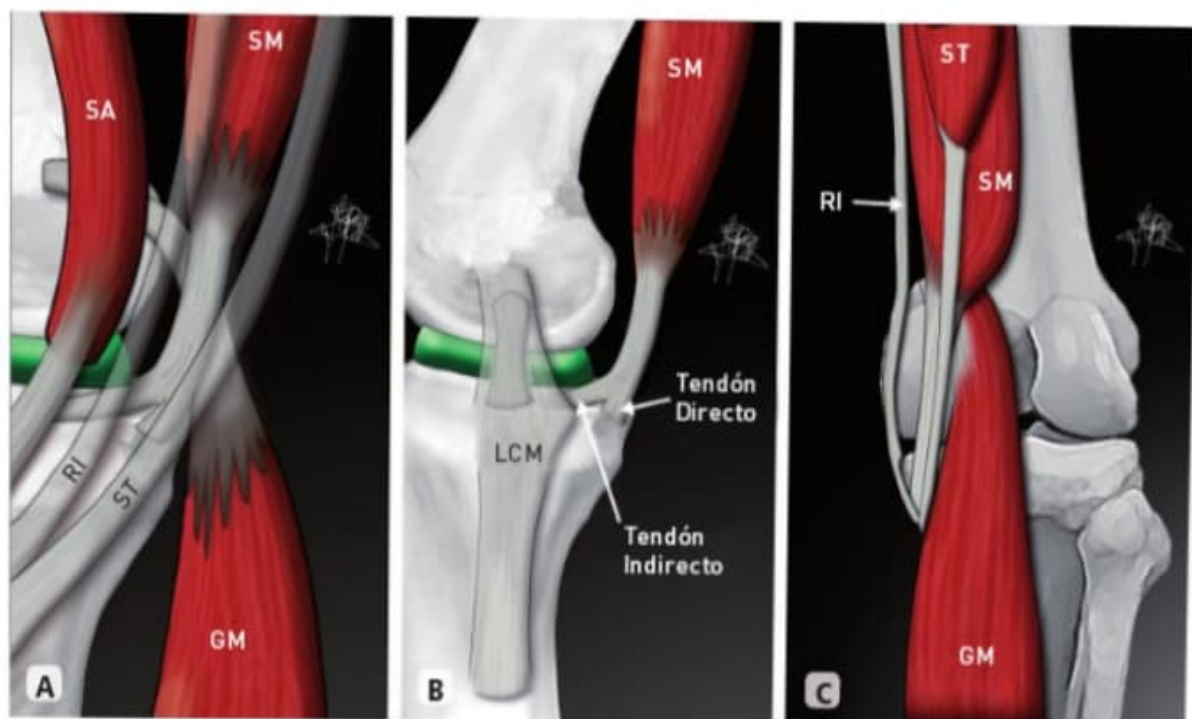


Figura 9-25. Detalle de las estructuras anatómicas de la cara posterointerna de la rodilla. SA: sartorio; SM: semimembranoso; RI: recto interno; ST: semitendinoso; GM: gemelo medial; LCM: ligamento colateral medial.

la unión entre el tercio medio e inferior del muslo, superficial al músculo semimembranoso (v. **Fig. 9-25 C**). Se puede reconocer proximalmente en la ecografía por la forma redondeada muscular del semimembranoso, con el tendón situado sobre él (**Fig. 9-29**, marca azul, y **9-27**).

El semimembranoso, más distalmente, es grueso y resistente. Se sitúa profundo a los

tendones de la pata de ganso, entre el tendón del recto interno y el del semitendinoso (v. **Figs. 9-25 A, B y C**). En realidad está formado por dos tendones: uno directo, que sigue la dirección del músculo y se inserta en la parte posterior de la meseta medial de la tibia, y el otro, denominado tendón reflejo, se encuentra cubierto por el ligamento colateral medial de la rodilla y se dirige anterior-

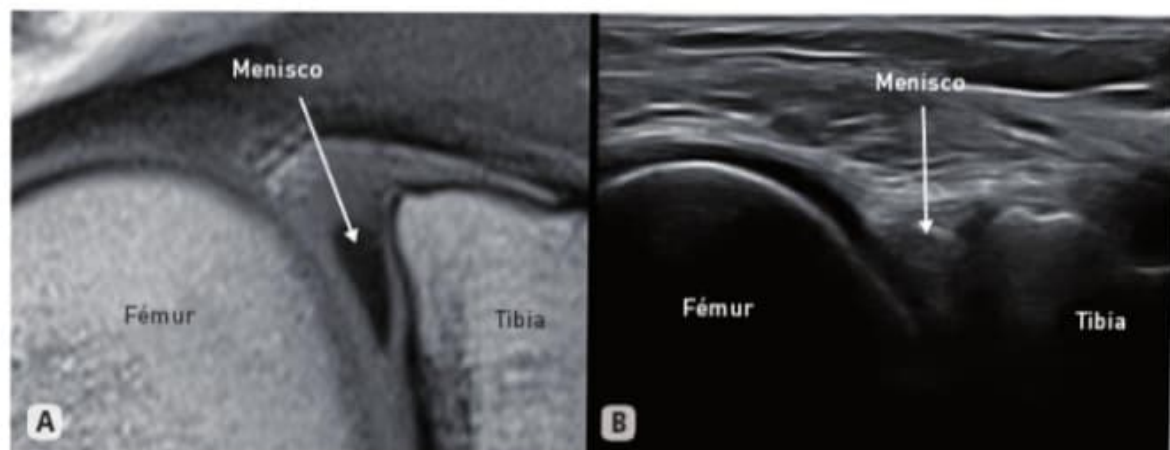


Figura 9-26. Imagen comparativa de RMN y ecografía de estructuras de la cara posterointerna de la rodilla.

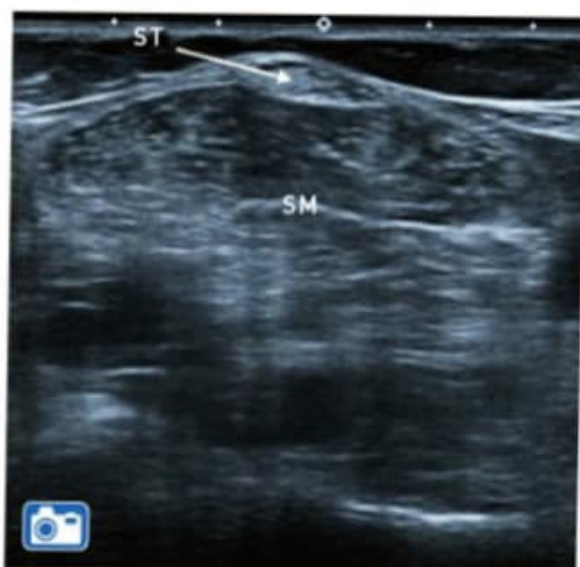


Figura 9-27. Imagen ecográfica de la relación entre semitendinoso y semimembranoso. SM: semimembranoso; ST: semitendinoso.

mente para insertarse en el extremo anterior del surco horizontal de la meseta tibial medial (v. **Fig. 9-25 B**). Existe un tercer componente fino, no visible en ecografía: el tendón recurrente, que forma el ligamento poplíteo oblicuo. Se dirige posterior y se pierde al insertarse en el cóndilo lateral.

El gemelo medial se inserta en una depresión situada en el cóndilo medial del fémur (**Fig. 9-25 C**). Presenta un tendón intramuscular característico, en forma de coma o boomerang en su borde medial, que servirá como marcador ecográfico (**Fig. 9-28**). Entre este tendón y el del semimembranoso, que está a su lado, se encuentra la bursa

gemelo-semimembranosa, revestida por membrana sinovial. Con el envejecimiento, esta bursa tiende a comunicarse con la articulación de la rodilla hasta en el 50% de los casos. Consta de una base profunda, comunicada con la articulación femorotibial; un cuello estrecho, que pasa entre los tendones del gemelo medial y el semimembranoso, y un cuerpo más voluminoso, superficial al gemelo medial. En casos de derrame articular se distiende, acumulando en ocasiones una gran cantidad de líquido y formando el quiste de Baker.

Para realizar el estudio de la zona posterior de la rodilla, el paciente se sitúa en decúbito prono y con la rodilla extendida. Colocando el pie fuera de la camilla, el paciente estará más cómodo (v. **Fig. 9-28**).

Para localizar la pata de ganso en este punto, se buscará como marcador ecográfico el tendón intramuscular del gemelo medial, que por su forma característica es fácil de detectar (v. **Figs. 9-28 A, B y C**). Para ello, se coloca la sonda en el eje transversal, sobre la masa carnosa del gemelo interno, y se desplaza cranealmente hasta que aparezca dicha imagen (**Fig. 9-29**, marca blanca). Una vez localizado el tendón, medial a él se encuentra el tendón del semimembranoso, el más grueso de los tendones de esta región, que por la diferente orientación de sus fibras puede mostrar artefactos de anisotropía. El tendón del semimembranoso, como se ha visto, no pertenece a la pata de ganso, pero se encuentra en este nivel situado entre dos tendones

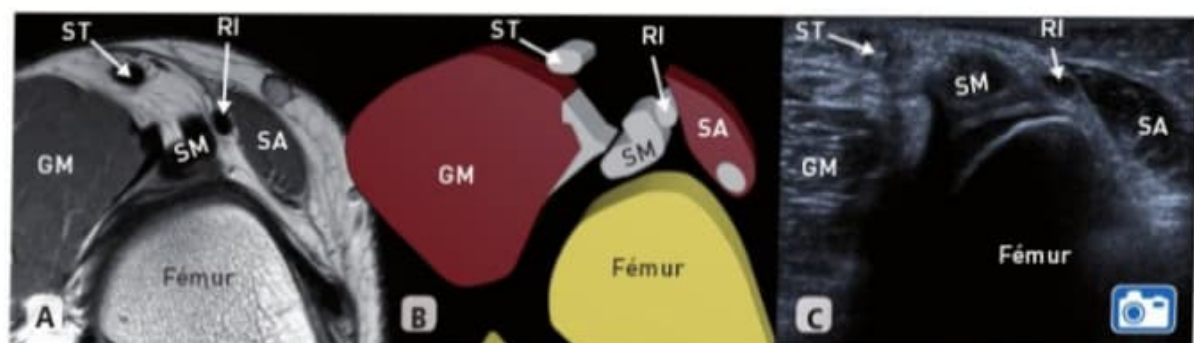


Figura 9-28. Estructuras de la cara posteroexterna de la rodilla. A) Imagen de RMN. B) Esquema de las estructuras. C) Imagen ecográfica. GM: gemelo medial; ST: semitendinoso; SM: semimembranoso; RI: recto interno; SA: sartorio.



Figura 9-29. Postura para la exploración ecográfica de la cara posterior con diferentes marcas de la posición de la sonda.

que sí forman parte de ella: el del semitendinoso, más externo, e internamente el del recto interno. Medial al tendón del recto interno se puede apreciar el sartorio, que con frecuencia se ve en la ecografía como con una apariencia «en ojo», debido a la persistencia de su parte muscular (v. **Figs. 9-28 B y C**). Una vez detectados estos tendones, han de seguirse hasta su inserción en la tibia (su disposición se explica dentro del apartado «cara interna de la rodilla»). Por lo tanto, para explorar adecuadamente la pata de ganso, hay que hacerlo habitualmente en dos tiempos: uno proximal, en la cara posterior, y otro distal, por la cara interna.

El semimembranoso se estudia en ambos ejes. Primero se localiza, como antes se ha mencionado, en el eje transversal, y luego se gira la sonda 90°, colocándola sobre el mismo hasta llegar a su inserción en la cara postero-medial de la tibia. El tendón indirecto, por la dirección que sigue, es difícil de ver en ecografía.



En su zona de transición musculotendinosa, el semimembranoso puede simular una forma de coma, como la del gemelo medial, y dar lugar a error. Para evitarlo, hay que tener en cuenta la altura a la que está la sonda: si es en el hueco poplíteo, será el gemelo; y si es proximal al cóndilo femoral interno, será el semimembranoso.

Zona posteroexterna

En la zona posteroexterna, se han de valorar: la cara posterior del cóndilo externo, con su cartilago; el cuerno posterior del menisco externo, la parte musculotendinosa distal del bíceps femoral, la zona proximal del gemelo lateral y el nervio peroneo común, con sus ramas (v. **Fig. 9-29**).

El músculo bíceps, al inicio del tercio inferior, presenta dos cabezas, una larga y otra corta, que se unen en el límite superior del espacio poplíteo para formar un tendón potente que se inserta en la cabeza del peroné. El componente muscular llega muy distal. La inserción distal se puede valorar en la posición para el estudio de la cara lateral de la rodilla o en la posición de estudio de la cara posterior. Este autor considera más cómodo y práctico realizar su estudio por la cara posterior.

El gemelo externo se inserta en una fosita posterior al epicóndilo del fémur (**Fig. 9-30**). A este nivel, en el espesor muscular y a la altura de la unión miotendinosa de la cabeza lateral puede encontrarse un hueso sesamoideo, la fabela, presente con una frecuencia que varía entre un 12-23%, según autores, y que no debe confundirse con una calcificación o un fragmento libre.



Figura 9-30. Dibujo de las estructuras anatómicas de la cara posteroexterna de la rodilla. GL: gemelo lateral; NCPE: nervio ciático poplíteo externo o peroneo común; DEL: músculo delgado plantar; POP: músculo poplíteo.



No debe confundirse la fabela en la zona posteroexterna de la rodilla con una calcificación o cuerpo extraño. Si existen dudas, explorar el lado contralateral.

El nervio ciático desciende por la cara posterior del muslo, inmediatamente profundo al bíceps. Por encima del hueco poplíteo, al inicio del tercio distal, el muslo se divide en dos: el nervio tibial, o ciático poplíteo interno, y el nervio peroneo común, o ciático poplíteo externo (v. **Fig. 9-30**). Este último se dirige hacia la superficie, unido al borde medial y posterior del músculo bíceps, hasta llegar a su inserción peronea, y cruza el ex-

tremo superior de la cabeza lateral del gemo antes de llegar a la cabeza del peroné, donde la rodea de manera superficial, llegando a hacerse subcutáneo, e inmediatamente después se divide en sus ramas peroneas superficial y profunda.

Para realizar el estudio de esta zona, se parte de la misma postura que para la zona posteroexterna, con el paciente en decúbito prono.

Se comienza con unos cortes en el eje largo del compartimento articular externo, identificando la cara posterior del cóndilo lateral, con su cartilago, la interlínea articular y el cuerno posterior del menisco externo (**Figs. 9-31**, marca roja, y **9-32**).



Figura 9-31. Postura para la exploración ecográfica de zona posteroexterna con diferentes marcas de la posición de la sonda.

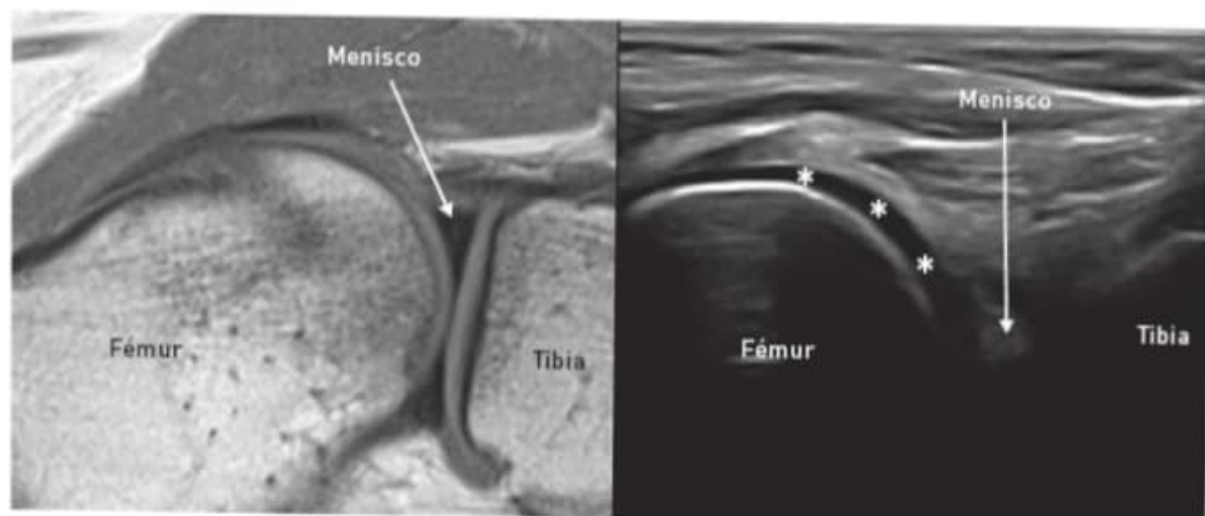


Figura 9-32. Imagen comparativa de RMN y ecografía de estructuras de la cara posteroexterna de la rodilla. ***: cartilago femoral.

Para valorar el bíceps femoral, se recomienda palpar manualmente la cabeza del peroné y colocar el extremo distal del transductor sobre ella, dirigiendo el proximal en la dirección del tendón del bíceps, habitualmente palpable (v. **Fig. 9-31**, marca blanca). Como en otras ocasiones, se examina en toda su longitud hasta la aparición del componente muscular en la unión miotendinosa, bastante próxima al peroné. Merece la pena explorarla con detenimiento, por ser asiento frecuente de lesiones (v. **Fig. 9-18**). En

un segundo tiempo, se completará el examen con cortes transversales en el mismo recorrido.

Manteniendo el transductor en el eje transversal, se valora el tendón del gemelo lateral. En caso de no localizarlo bien, se debe descender hasta su masa muscular, fácilmente localizable, y luego ir ascendiendo lentamente. Es importante recordar la frecuente aparición de una sombra acústica redondeada en este punto, que corresponde a la fabela (**Fig. 9-33**).

Figura 9-33. Imagen longitudinal ecográfica a la altura de gemelo externo. Se puede apreciar la imagen hiperecoica con sombra acústica en el espesor del tendón correspondiente a la fabela. F: fabela; M: menisco; GL: gemelo lateral.



Para estudiar el nervio peroneo común (especialmente en su paso alrededor del cuello del peroné, donde se encuentra más expuesto a lesiones por compresión), es útil localizar, en eje corto, el tronco común ciático en el tercio medio del muslo, por debajo del bíceps femoral, y seguir su recorrido distalmente (**Fig. 9-34 A**, marca roja). Se observa la división en sus dos ramas, la tibial y la peronea común (**Fig. 9-34 B**, marca azul), y hay que seguir esta última hacia distal, viendo cómo se coloca en la cara medial del bíceps y se hace superficial de forma paulatina (**Fig. 9-34 C**, marca verde), rodeando el cuello del peroné y dividiéndose, a continuación, en las ramas peronea superficial y peronea profunda.

Zona posterior media o central de la rodilla

En esta zona podrán ser valorados los vasos poplíteos, el nervio tibial, el ligamento

crucado posterior, el músculo poplíteo y el plantar delgado.

La arteria poplíteo penetra en la región por el hiato aductor y continúa verticalmente hasta el arco tendinoso del sóleo, donde se divide en las arterias tibiales anterior y posterior. La vena poplíteo acompaña a la arteria y es superficial y lateral a ella (**Fig. 9-35**).

El nervio tibial nace de la división del ciático en el ángulo superior de la fosa poplíteo. Desciende de manera vertical, siguiendo su eje mayor, y se sitúa superficial y lateral a los vasos poplíteos. Aporta ramos musculares a gemelos, sóleo, plantar y poplíteo, y una rama sensitiva, el cutáneo sural medial, que se sitúa superficial por la cara posterior de la pierna.

El músculo poplíteo es corto, aplanado y triangular, y su posición es posterior a la articulación de la rodilla. Se origina en una fosa ósea situada en la cara lateral del fémur (estudiada anteriormente en la cara lateral)

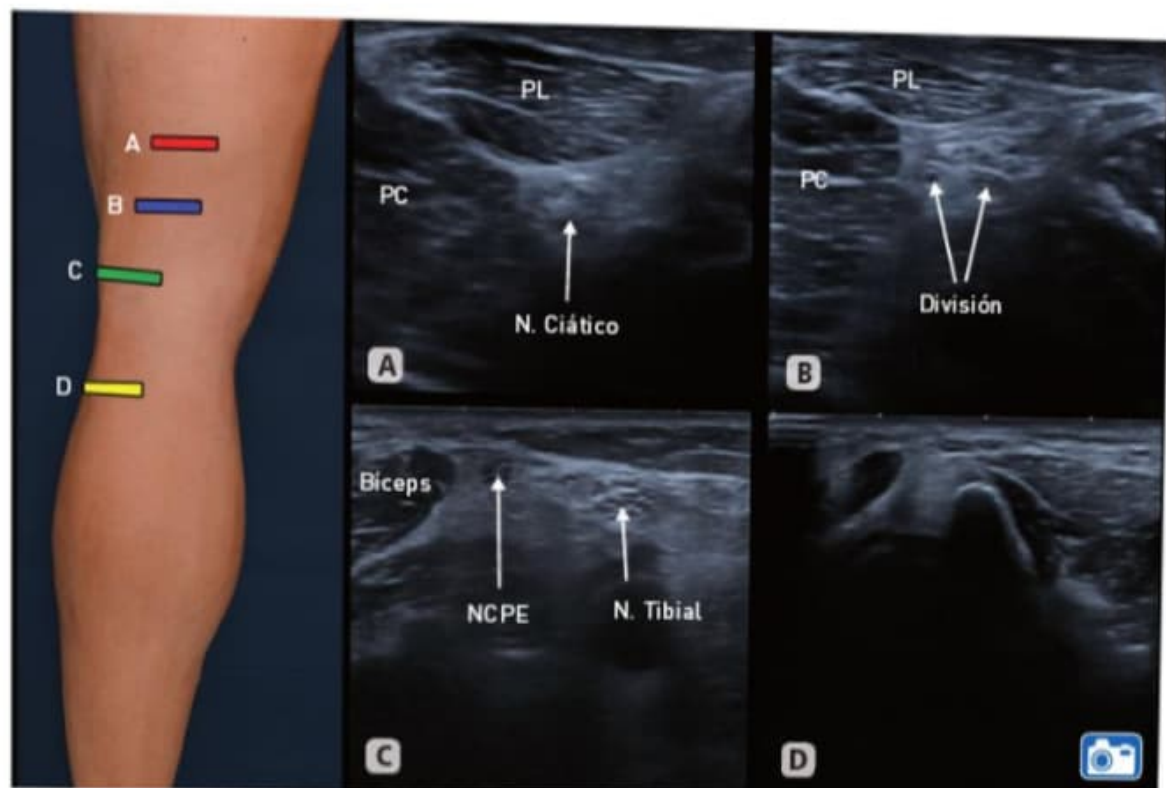


Figura 9-34. De A a D) Imágenes ecográficas del nervio peroneo común a lo largo de su trayecto, desde su origen hasta su paso por la cabeza del peroné (D). A la izquierda, marcas que representan la posición de la sonda. PL: porción larga del bíceps femoral; PC: porción corta del bíceps femoral; N. Ciático: nervio ciático; NCPE: nervio ciático peroneo externo; N. Tibial: nervio tibial.



Figura 9-35. Dibujo anatómico de las estructuras más importantes de las zonas posterior y central de la rodilla. DEL: músculo delgado plantar; POP: músculo poplíteo.

mediante un tendón aplanado y corto, y se dirige inferior y medial, terminando en la cara posterior de la tibia, superior a la línea del sóleo (v. **Fig. 9-35**). Flexiona la pierna y la rota internamente.

El músculo plantar delgado tiene una forma característica muy alargada (v. **Fig. 9-35**), y es tendinoso en casi toda su extensión. Nace por medio de cortas fibras tendinosas del cóndilo lateral del fémur superior, y medial a la cabeza lateral del gemelo. Su cuerpo, fusiforme y corto, se dirige inferior y medial, y se continúa muy rápidamente con un tendón muy largo, delgado y aplanado que desciende entre los gemelos y el sóleo en la parte distal de la pierna, colocándose en el borde medial del tendón aquileo hasta insertarse en el calcáneo.

El ligamento cruzado posterior nace en la zona posterior de la tibia, entre ambas mesetas tibiales, y se dirige hacia arriba, anterior y medialmente, para insertarse en la zona intercondilea del cóndilo medial del fémur.

Para explorar con ecografía la zona posterior central de la rodilla: con el paciente en decúbito prono, se solicita una discreta flexión de rodilla de unos 20°, logrando de esta manera relajar las estructuras posteriores y evitar el colapso de la vena poplítea. Muchas veces se deberá bajar la frecuencia hasta los 5-7 MHz, dependiendo de la constitución del paciente, o incluso utilizar la sonda *convex*.

El transductor se coloca inicialmente en el eje transversal para localizar el paquete vasculonervioso (**Fig. 9-36**, marca roja). Se identifica la arteria poplítea, pulsátil y en profundidad. Superficial y lateral a ella se encuentra la vena poplítea, que se colapsará con la presión del transductor, ayudándonos en su identificación (**Fig. 9-37 A**). Puede haber más de una vena poplítea, como variante de la normalidad.

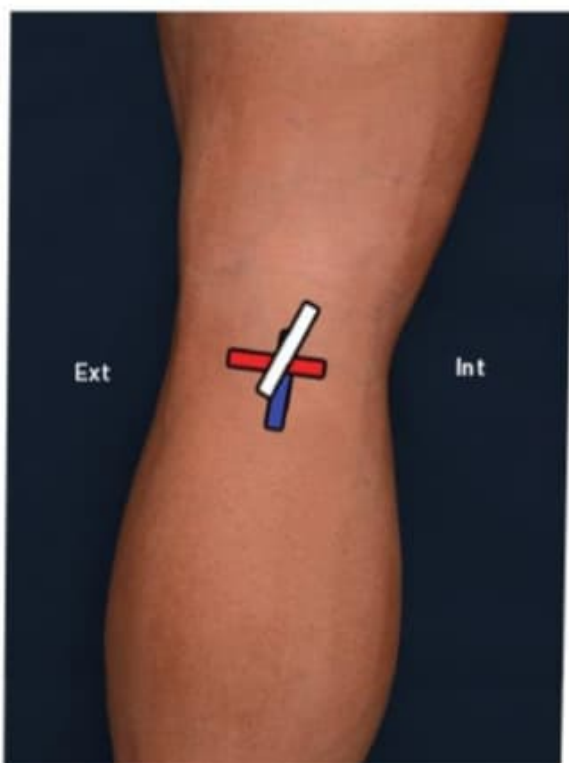


Figura 9-36. Posición y marcas en la exploración de las zonas posterior y central de la rodilla.

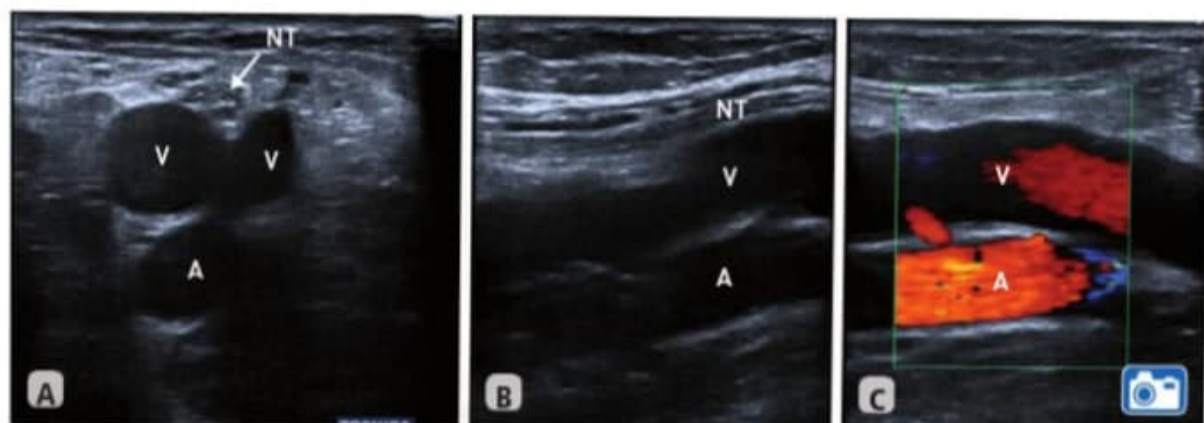


Figura 9-37. A) Imagen ecográfica del paquete vasculonervioso poplíteo en su eje transversal. B) Eje longitudinal. C) Eje longitudinal con Doppler. A: arteria poplíteo; V: venas poplíteas; NT: nervio tibial.

El nervio tibial se encuentra más superficial y lateral, pero en casos de dificultad para identificarlo, es útil buscarlo de manera más proximal, en su origen del tronco común ciático, manteniendo la sonda en el eje transversal. Cada una de estas estructuras se valorará inicialmente en el eje transversal, siguiendo su recorrido, y secundariamente rotando la sonda en el eje sagital (**Fig. 9-37 B**). Posteriormente, se usará el Doppler para determinar la permeabilidad de los vasos (**Fig. 9-37 C**).

El músculo poplíteo se encuentra profundo al paquete vasculonervioso y pegado a la tibia en su cara posterior, en la zona cóncava por debajo de la epifisis. Es más fácil de visualizar en el eje sagital (**Fig. 9-38**).

Para localizar el músculo poplíteo se pide al paciente, en decúbito prono con el pie fuera de la camilla, que flexoextienda el tobillo. Observaremos en la zona descrita para localizar este músculo en su corte longitudinal que los paquetes musculares que deslizan sobre él corresponden al tríceps sural. El poplíteo permanece inmóvil al saltar sólo la articulación de la rodilla a diferencia del resto, que saltan también la del tobillo.

El músculo plantar delgado está íntimamente ligado a la cabeza lateral del gemelo; se encuentra profundo y ligeramente medial a ella. Se usarán los ejes transversales para localizarlo (**Figs. 9-39 A y B**).

Mediante la ecografía, únicamente se podrán valorar los dos tercios distales del ligamento cruzado posterior. Para ello, se colocará en la parte media de la fosa poplíteo, con el extremo distal del transductor sobre la interlínea articular, centrado, y el proximal angulado internamente unos grados



Figura 9-38. Imagen ecográfica del músculo poplíteo.

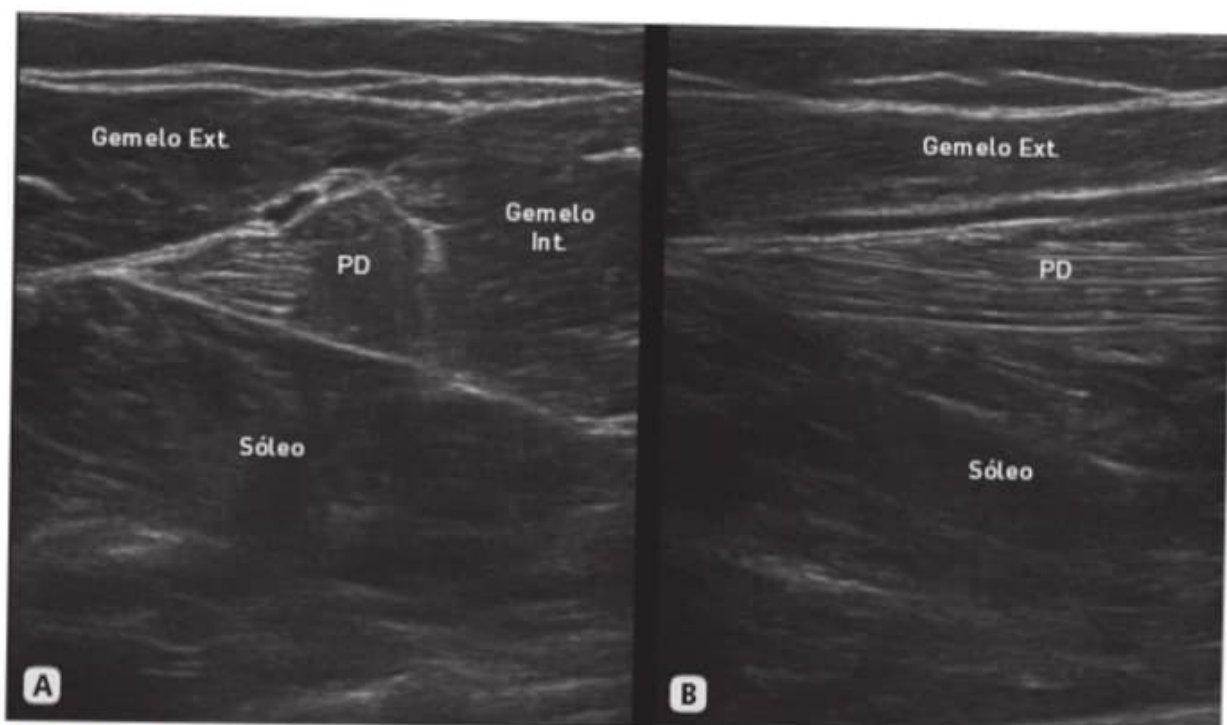


Figura 9-39. Imagen ecográfica del músculo plantar delgado. **A)** Corte transversal. **B)** Corte longitudinal. Gemelo Ext.: gemelo externo; Gemelo Int.: gemelo interno; PD: plantar delgado.

(v. **Fig. 9-36**, marca blanca). Veremos la cortical posterior tibial, con una forma de abismo, por debajo de la cabeza medial del gemelo, e inmersa en tejido graso, una estructura gruesa, cordonal e hipocóica, que se pierde en profundidad (**Fig. 9-40**).

El ligamento cruzado anterior, por su localización, no es visible directamente con ecografía de una manera fiable. Existen varias técnicas descritas, pero dada su poca fiabilidad y reproductibilidad en la actualidad, no se abordarán aquí.

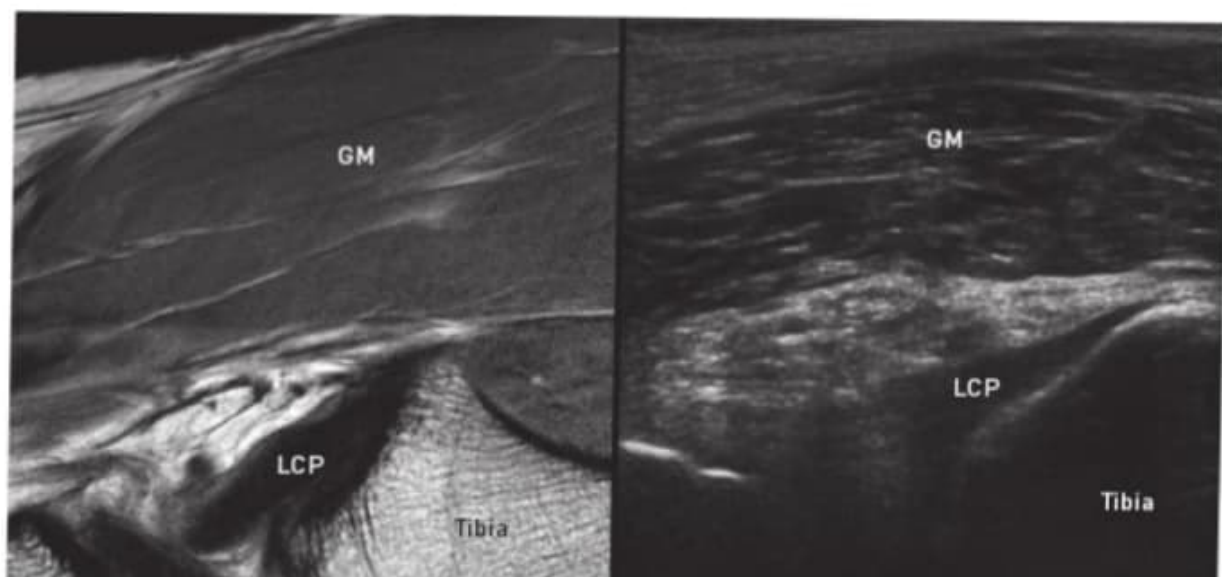


Figura 9-40. Imagen ecográfica y de RMN del ligamento cruzado posterior. GM: gemelo medial; LCP: ligamento cruzado posterior.

RESUMEN



- Clásicamente, se ha considerado la rodilla como territorio de la resonancia. Sin embargo, esta percepción se pierde rápidamente en cuanto uno se adentra en su exploración ecográfica, ya que puede ser estudiada mediante esta técnica con una fiabilidad altísima.
- El tendón rotuliano, el cuadricepsital y el receso articular en la cara anterior; el ligamento colateral medial, con sus dos componentes, y los tendones de la pata de ganso, en la cara medial; el ligamento lateral externo, la cintilla iliotibial, el tendón poplíteo y la inserción distal del bíceps femoral, en la cara lateral; y el paquete vasculonervioso y el resto de las estructuras tendinosas en la cara posterior, se ven con gran detalle. Sin embargo, las lesiones intraarticulares del cartilago, los meniscos o los ligamentos cruzados se escapan a esta técnica. Si se combina la anamnesis con la exploración en consulta, se podrá detectar qué casos son más susceptibles de resonancia magnética y cuáles de ecografía, logrando así optimizar recursos y conseguir el mayor beneficio.
- También es muy interesante en esta articulación la posibilidad de ecografiar tratamientos de forma precisa. Dada la íntima relación de unas estructuras con otras, de otro modo, por escasos milímetros de error, los depositaríamos en lugares no deseados.

MATERIAL COMPLEMENTARIO



- **Videos 9-7 y 9-9:** Aparato extensor en eje largo, desde recto femoral, tendón cuadricepsital, rótula y tendón rotuliano.
- **Videos 9-22, 9-23 y 9-24:** LLI, menisco interno y pata de ganso.
- **Videos 9-27 y 9-28:** Semimembranoso y su relación tanto con el gemelo interno como con el semitendinoso.
- **Video 9-34:** Recorrido del nervio ciático y de su rama peronea común.
- **Video 9-37:** Paquete vasculonervioso poplíteo en eje corto y largo con y sin Doppler.

■ ■ INTRODUCCIÓN

Para desarrollar el estudio ecográfico de la pierna, es conveniente disponer de una sonda multifrecuencia que cubra de 6 a 12 MHz. Se realiza en gran parte de forma dinámica y utilizando las referencias óseas que proporcionan la tibia y el peroné.

La pierna se divide en cuatro compartimentos anatómicos, separados entre sí por septos, permitiendo así su estudio ecográfico organizado e individualizado. Situados atrás se encuentran los dos compartimentos posteriores superficial y profundo, separados por el septo crural transverso. El profundo está relacionado con el trayecto del nervio tibial y sus vasos. Por delante se encuentra el compartimento anterior, que se relaciona con el nervio peroneo profundo. En la cara externa se sitúa el compartimento lateral, que lo hace con el nervio peroneo superficial. Estos dos nervios peroneos son resultado de la bifurcación del nervio peroneo común en la rodilla al rodear externamente el cuello del peroné. El compartimento lateral se encuentra separado del compartimento anterior por el septo crural anterior, y por detrás el septo crural posterior lo independiza de ambos compartimentos posteriores, superficial y profundo (Fig. 10-1).

■ ■ COMPARTIMENTO POSTERIOR SUPERFICIAL

El compartimento posterior superficial está constituido por el tríceps sural y el músculo plantar delgado. El tríceps sural, a su vez, lo forman las dos cabezas del músculo gemelo

y el sóleo. Las tres masas musculares juntas desarrollan la lámina del Aquiles, y ésta el tendón de Aquiles, que se inserta en el calcáneo.

Las cabezas medial y lateral del gemelo son dos masas musculares voluminosas que se originan en los márgenes supracondilares medial y lateral, respectivamente, y que se fusionan distalmente alcanzando el tendón de Aquiles. La cabeza medial posee inserción más baja que la lateral. Las dos cabezas se separan en la zona proximal formando una 'V'; una vez unidas, cubren por detrás el sóleo y el popliteo (Fig. 10-2).

El sóleo es un músculo de fibra grosera y altamente vascularizado que posee unas características expansiones aponeuróticas y tendinosas de las que salen múltiples fibras musculares en distintas direcciones, definiendo

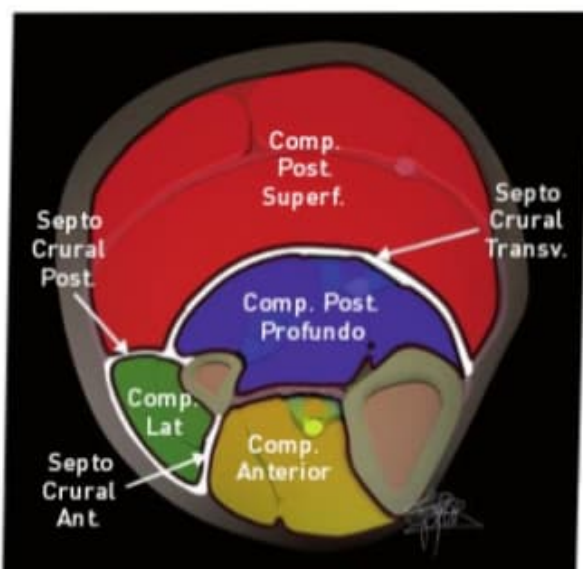


Figura 10-1. Imagen esquemática de los compartimentos de la pierna.



Figura 10-2. Imagen esquemática de los músculos que conforman el compartimento posterior superficial de la pierna. Sóleo, plantar delgado (A) y gemelo (B).

así su estructura multipennata. Desde tibia y peroné, existen unas expansiones aponeuróticas que se dirigen hacia la línea media del músculo y terminan conformando su aponeurosis medial y lateral. Además, en el espesor del músculo se origina una estructura conectiva, que corresponde al tendón central del sóleo que alcanza el tendón de Aquiles (Fig. 10-3).

✓ Debido a sus peculiares características, la exploración ecográfica del sóleo resulta más sencilla y eficaz si se conoce su particular arquitectura anatómica. Aun así, la ecografía es poco sensible y muchas veces la RMN la supera.

El plantar delgado tiene su origen en la línea supracondilar lateral, por encima de la inserción de la cabeza lateral del gemelo, y posee un cuerpo muscular de apenas 5-10 cm. Se continúa con un largo y estrecho tendón, y desciende entre la cabeza medial del gemelo y el músculo sóleo. Este tendón puede

fusionarse con el Aquiles o insertarse directamente y de forma individualizada en el hueso calcáneo (v. Fig. 10-2). El plantar delgado está ausente en un 7-20% de la población y, cuando no se encuentra en un lado, en casi tres cuartas partes de los casos tampoco existe en la extremidad contralateral.

Para el estudio de este compartimento, el paciente se coloca en decúbito prono, con la extremidad en extensión, reposando sobre la camilla y con el tobillo al vacío, para permitir maniobras dinámicas (Fig. 10-4).

Se coloca el transductor longitudinal, en la cara medial del tercio medio de la pierna. Se identifica inmediatamente, por debajo de la piel, una masa muscular de fibras paralelas y bien ordenadas que terminan en bisel, y que corresponde a la cabeza medial del gemelo (Figs. 10-5 y 10-4, marca roja). Por debajo se encuentra el sóleo, con forma de media corona en transversal y, lateralmente, la cabeza lateral del gemelo. Debido a la compleja estructura del sóleo, es preferible realizar su estudio en corte transversal, buscando su tendón central y las aponeurosis lateral y medial a ambos lados (Figs. 10-6 y 10-4, marca amarilla).

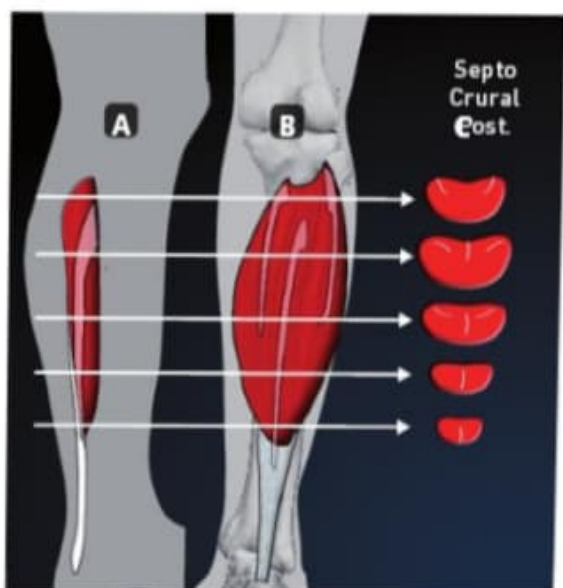


Figura 10-3. Imagen esquemática de cortes sagital (A), coronal (B) y axial (C) en distintos niveles de la pierna, en los que se observan las aponeurosis laterales y el tendón central del músculo sóleo.



Figura 10-4. Colocación del paciente para el estudio de los músculos del compartimento posterior de la pierna.

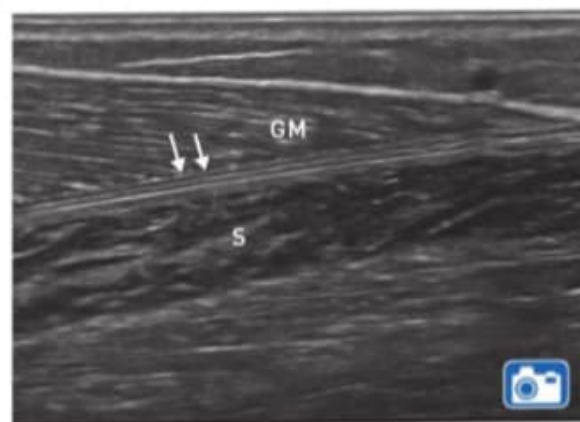


Figura 10-5. Imagen ecográfica en eje largo. Imagen en bisel de la cabeza medial del gemelo en su unión con el sóleo. Se observa el espacio interfascial, con el tendón del plantar delgado en el medio (→). GM: gemelo medial; S: sóleo.

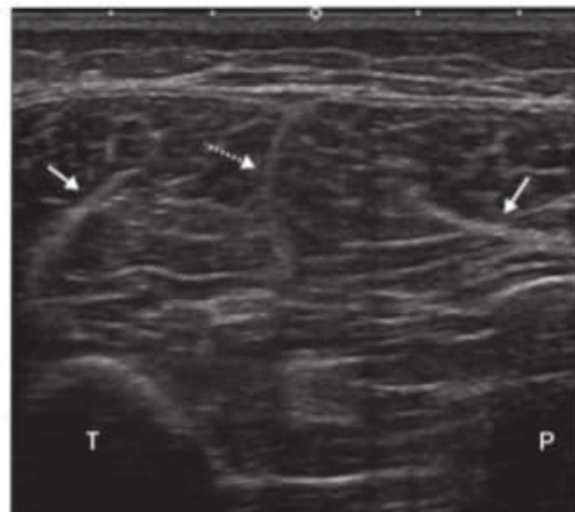


Figura 10-6. Imagen ecográfica en eje corto. Corte transversal del sóleo. Aponeurosis medial y lateral (→) y tendón central (→). P: peroné; T: tibia.

El plantar delgado se puede rastrear en el tercio proximal y lateral de la pierna mediante un corte transversal, identificando una sección muscular de forma triangular entre el sóleo y el poplíteo, por debajo, y la cabeza lateral del gemelo, por encima (Figs. 10-7 A y B, y 10-4, marcas azul y blanca, respectivamente). A nivel distal también se puede buscar, realizando un corte en el borde medial del tendón de Aquiles. Allí se identifica su sección tendinosa, con forma elíptica, que discurre en sentido proximal, entre la cabeza medial del gemelo y el sóleo (Figs. 10-8 y 10-4, marca verde), dirigiéndose cada vez más arriba hacia la cabeza lateral.

■ COMPARTIMENTO POSTERIOR PROFUNDO

El compartimento posterior profundo se sitúa en el tercio medio y distal, y está formado por tres músculos que se dirigen al pie. El flexor largo del primer dedo se origina en la parte posterior del tercio inferior del peroné, y alcanza la base de la última falange del primer dedo del pie. El flexor común de los dedos tiene su origen en la parte media de la cara posterior de la tibia, por debajo de

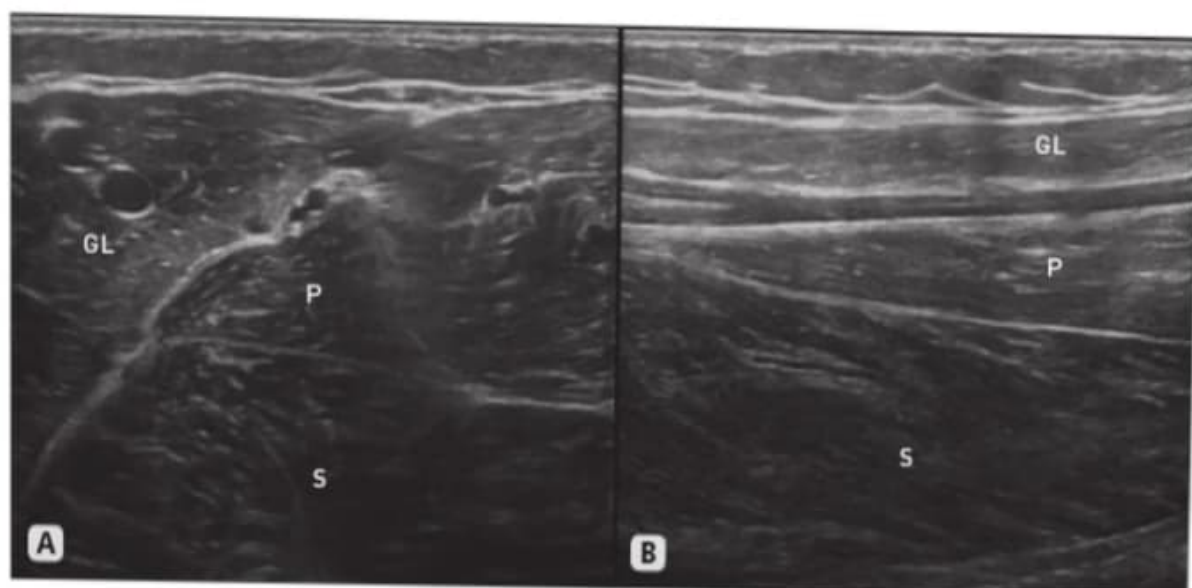


Figura 10-7. Imagen ecográfica en eje corto (A) y en eje largo (B) para la localización del músculo plantar delgado proximal. GL: gemelo lateral; P: delgado plantar; S: sóleo.

la línea oblicua, y mediante un tendón se dirige, por detrás del maléolo medial del tobillo, hacia el borde interno del astrágalo, donde se divide en cuatro tendones que se dirigen a cada uno de los dedos trifalángicos. El tibial posterior se encuentra más profundo; nace en la cara posterior de tibia, peroné y membrana interósea. Forma un tendón que se dirige por detrás del maléolo medial hacia su inserción en el hueso escafoides en su tuberosidad medial, cuboídes y base de los metatarsianos (Fig. 10-9).

Más proximal se encuentra el poplíteo, que es un músculo corto, plano y triangular.



Figura 10-8. A nivel distal se observa su tendón (→), situado medialmente al tendón de Aquiles. P: plantar delgado; S: sóleo, tendón de Aquiles (*).

Se origina en la tibia, por encima de su línea oblicua, y se dirige, mediante un tendón intraarticular, hasta la parte posteroexterna del cóndilo lateral femoral (Fig. 10-10).

El compartimento posterior profundo se explora habitualmente después del superficial, manteniendo la posición con la extremidad en extensión, en reposo sobre la camilla y con el pie fuera de ésta (v. Fig. 10-4). Es muy importante bajar el foco a 2-4 cm y disminuir la frecuencia a 6-7 MHz. Para la identificación de todos sus elementos, es imprescindible un cuidadoso estudio dinámico.

Se sitúa el transductor, en eje transversal, en el tercio medio-distal (v. Fig. 10-4, marca verde). Se angula la sonda medialmente para alinear el perfil óseo del peroné con el de la tibia. Se identifica el septo crural transversal, que separa el compartimento superficial del profundo como una lámina hiperecoica profunda al sóleo. Por debajo de ésta, se puede observar un músculo de sección triangular con base en el peroné que corresponde al flexor largo del primer dedo, otro de sección también triangular con base tibial que corresponde al flexor común de los dedos. Estas estructuras son más visibles si se le pide al paciente que movilice los dedos. Entre estos dos músculos, tapizando la membrana intertibioperonea, se encuentra el tibial posterior (Fig. 10-11).

Figura 10-9. Imágenes esquemáticas de los músculos del compartimento posterior profundo de la pierna. **A)** Vista posterior. **B)** Corte axial. P: peroné; FPD: flexor largo del primer dedo; TP: tibial posterior; FCD: flexor común de los dedos; T: tibia; PVN: paquete vasculonervioso.

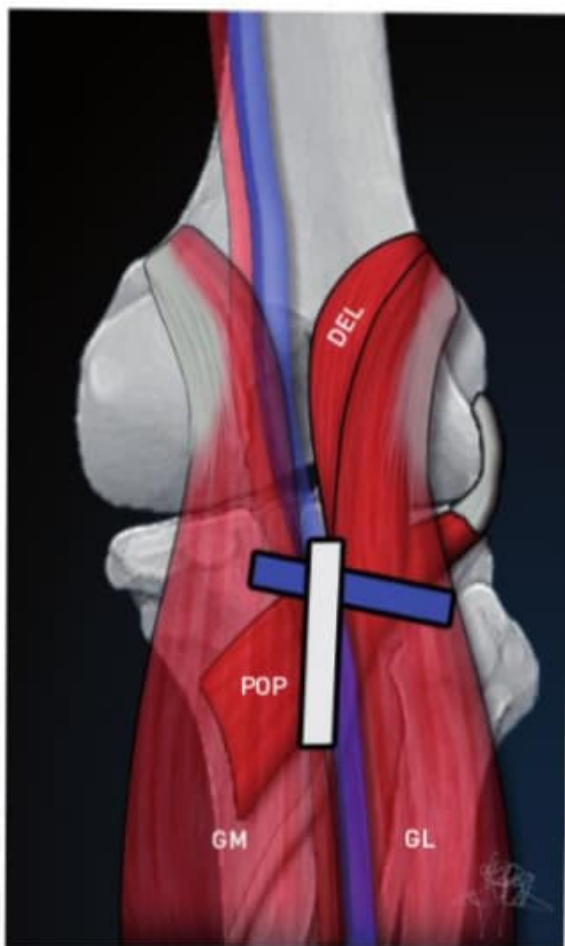
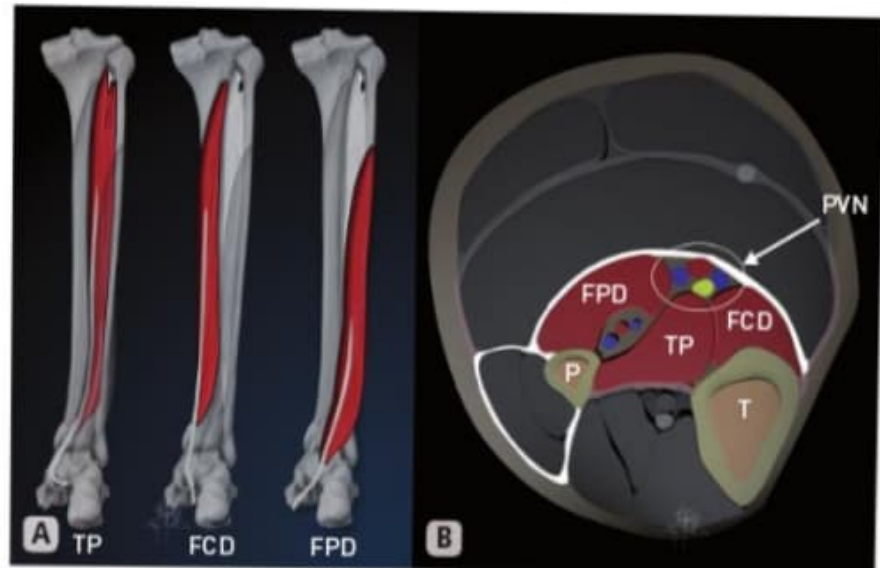
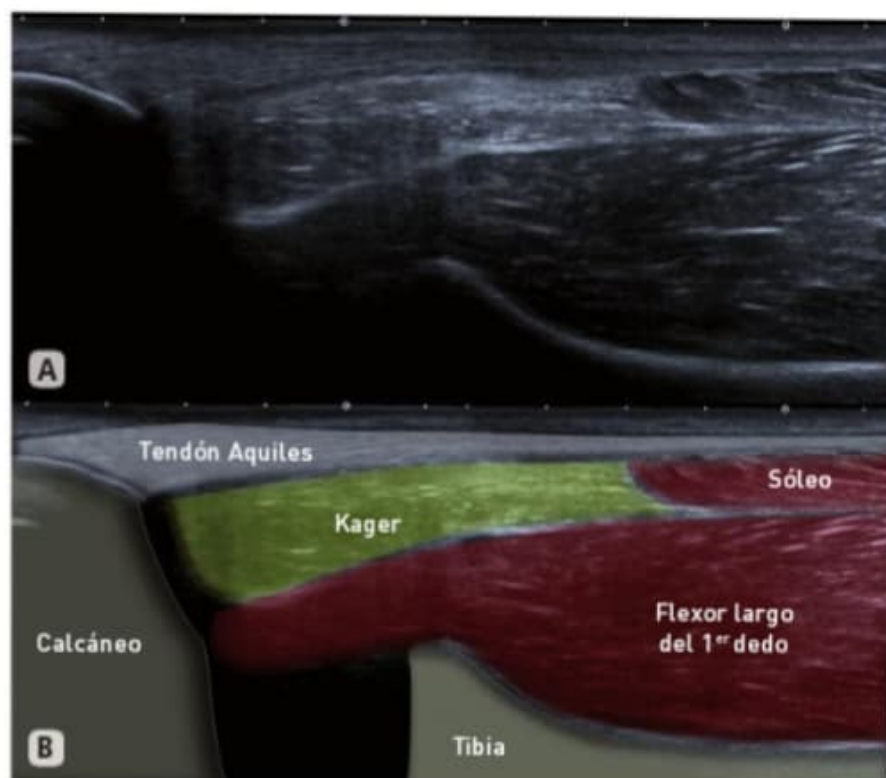


Figura 10-10. Imagen esquemática de la exploración ecográfica y localización anatómica del músculo poplíteo. POP: poplíteo; GM: gemelo medial; GL: gemelo lateral; DEL: plantar delgado. Marca blanca: colocación de la sonda en eje largo. Marca azul: colocación de la sonda en eje corto.

Para identificar el flexor largo del primer dedo, también se puede colocar el transductor longitudinal en la inserción del Aquiles y solicitar al paciente una flexo-extensión repetida del primer dedo. Por debajo del paquete de Kager, se podrá observar cómo éste se moviliza (v. **Figs. 10-11** y **10-12**).



Figura 10-11. Imagen ecográfica en eje corto de la localización de los músculos del compartimento posterior profundo de la pierna. Se observan el septo crural transverso que separa los compartimentos (—>) y el paquete vasculonervioso (círculo). P: peroné; FHL: flexor largo del primer dedo; TP: tibial posterior; FD: flexor común de los dedos; T: tibia.



✓ En la valoración del compartimento posterior profundo de la pierna, es indispensable realizar la exploración dinámica para poder distinguir los diferentes músculos entre sí.

😊 Es más sencillo diferenciar los músculos del compartimento profundo de la pierna si se consiguen tener, en un plano transversal, la tibia y el peroné al mismo nivel.

El músculo poplíteo se sitúa en la cara posterior del tercio proximal de la tibia, profundo al sóleo y en dirección oblicua. El transductor se coloca en la zona proximal y medial de la pierna, prácticamente en el hueco poplíteo, oblicuo respecto al eje de la pierna, de abajo arriba y de dentro afuera. En la profundidad de esta localización se encuentra una estructura muscular que tapiza el perfil óseo de la tibia, cubierta por la masa muscular del gemelo interno y los vasos y nervio tibiales. Es muy sencillo localizar los vasos poplíteos, por debajo de los cuales se

encuentra el músculo poplíteo (Fig. 10-13). Al solicitar la flexoextensión del tobillo, dicha estructura permanecerá inmóvil.

El paquete vasculonervioso formado por la arteria, venas y nervio tibiales atraviesan



Figura 10-13. Imagen ecográfica en eje largo de la visualización longitudinal del músculo poplíteo por encima del reborde óseo de la tibia (→). GM: gemelo medial; *: paquete vasculonervioso tibial; P: poplíteo.

en sentido vertical el rombo poplíteo y alcanzan la pierna, situándose posteriores (encima) al músculo poplíteo. Desde allí atraviesan el arco tendinoso del sóleo y viajan entre el compartimento profundo y el superficial, pero solidarias al primero. Finalmente, alcanzan el túnel tarsiano (Fig. 10-14).



Figura 10-14. Imagen esquemática del trayecto y las relaciones anatómicas del paquete vasculo-nervioso tibial. P: poplíteo; S: sóleo; FPD: flexor del primer dedo; TP: tibial posterior; FCD: flexor común de los dedos.

■ COMPARTIMENTO ANTERIOR DE LA PIERNA

Está formado por el tibial anterior, el extensor largo del primer dedo y el extensor común de los dedos (Fig. 10-15). El tibial anterior es un músculo grueso que se sitúa en la zona superior y lateral de la tibia y se dirige hacia el dorso del pie para insertarse, mediante un poderoso tendón, en la cuña media y en la base del primer metatarsiano. El extensor común de los dedos tiene su mayor origen en la práctica totalidad de la cara anterior del peroné, excepto en su parte más distal; distalmente al tobillo, se divide en cuatro tendones y se inserta, con una compleja estructura, en las falanges 2 y 3 de los dedos trifalángicos. El extensor largo del primer dedo se sitúa entre el tibial anterior y el extensor común. Se origina en la zona anterior de la mitad distal del peroné y en la membrana interósea vecina; desde allí, alcanza la base de la falange distal del primer dedo mediante un largo tendón.

Para realizar el estudio ecográfico del compartimento anterior de la pierna, se coloca el paciente en decúbito supino, con la extremidad en extensión, reposando sobre la camilla y en discreta rotación interna, de manera que el compartimento a estudiar quede en una

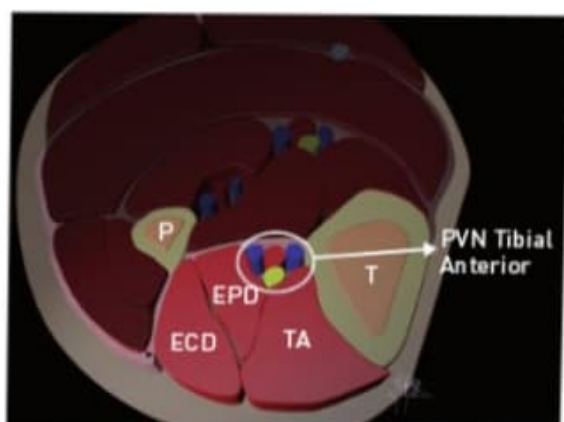


Figura 10-15. Imagen esquemática en un corte axial de los músculos del compartimento anterior de la pierna. P: peroné; ECD: extensor común de los dedos; EPD: extensor largo del primer dedo; TA: tibial anterior; T: tibia; PVN: paquete vasculo-nervioso.

posición ventral (**Fig. 10-16**). Una vez más, el estudio dinámico es obligado para identificar y delimitar los músculos.

El tibial anterior posee un septo intramuscular característico que desarrolla distalmente un potente tendón y discurre adherido por la cara lateral de la tibia. El extensor común de los dedos se sitúa externo al anterior. Más profundo y distal al extensor común de los dedos se encuentra el extensor largo del primer dedo. En ocasiones se puede apreciar

más distal el músculo peroneo anterior, de sección pequeña y difícil evaluación ecográfica (**Fig. 10-17**).



El septo intramuscular del tibial anterior sirve de referencia anatómica para el estudio de los músculos de este compartimento. Además, como otros músculos con septo intramuscular, como el recto anterior o el aductor largo, tiene mayor susceptibilidad a las lesiones.



Figura 10-16. Colocación del paciente para el estudio de los músculos del compartimento anterior de la pierna.

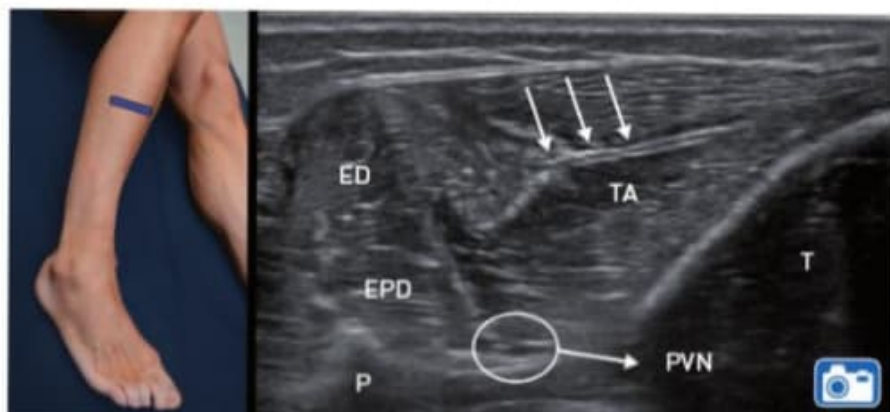
El compartimento anterior se relaciona con el nervio peroneo profundo (antiguamente llamado nervio tibial anterior), que se acompaña de la arteria y las venas tibiales y discurre entre el tibial anterior y el extensor propio del primer dedo. Cuando alcanza el dorso del pie, pasa a denominarse nervio pedio.

■ ■ COMPARTIMENTO LATERAL DE LA PIERNA

Lo forman el peroneo lateral corto y el peroneo lateral largo. El peroneo lateral largo se origina desde la tuberosidad lateral de la tibia hasta la cabeza del peroné para, mediante un largo tendón, pasar por detrás del maléolo lateral. Posteriormente pasa, a través de un canal en el cuboides, a la cara plantar del pie, donde se cruza hasta alcanzar la base del primer metatarsiano. Por su lado, el peroneo lateral corto se origina en la parte media e inferior de la cara externa del peroné, pasa junto al largo por detrás del maléolo lateral y se inserta en la base del quinto metatarsiano. Comparándolo con el largo, el peroneo lateral corto presenta una masa muscular que termina más distal, se sitúa más profundo (tanto en la pierna como a nivel retromaleolar), presenta una morfología más aplanada en este punto y en el pie se sitúa por debajo del largo (**Fig. 10-18**).

El paciente se coloca en decúbito supino, con la extremidad en extensión sobre la camilla y en rotación interna; es decir, aumentando más la rotación usada para el estudio del compartimento anterior (**Fig. 10-19**).

Figura 10-17. Imagen ecográfica en eje corto de la localización de los músculos del compartimento anterior de la pierna y su correspondencia de corte en la foto de la pierna [marca azul, localización de la sonda]. Puede observarse el septo intramuscular del tibial anterior (→). ED: extensor común de los dedos; EPD: extensor largo del primer dedo; TA: tibial anterior; T: tibia; P: peroné; PVN: paquete vasculonervioso tibial.



Se sitúa el transductor transversal en la cara lateral de la pierna, realizando barridos proximal y distalmente. observa una masa muscular, bien delimitada y de forma elíptica, con dos secciones musculares en su interior. La musculatura más superficial corresponde al peroneo largo y la más profunda al peroneo corto (**Fig. 10-20 A**). Conforme se desplaza distalmente el transductor, se observa cómo la masa muscular del peroneo largo disminuye en sección y aumenta la del peroneo corto (**Figs. 10-20 B y C**). La línea entre un músculo y el otro está muy bien delimitada por la expansión tendinosa hiperecoica del peroneo lateral corto.

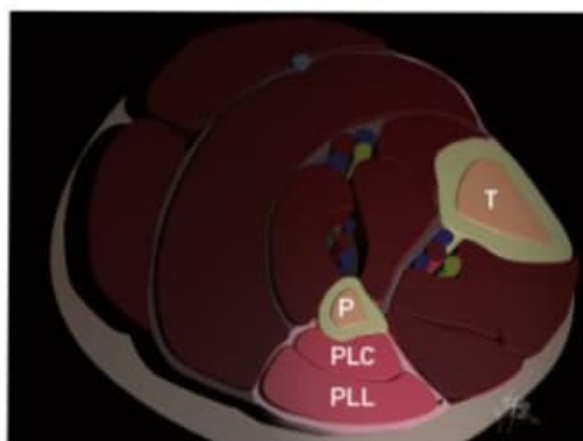


Figura 10-18. Imagen esquemática, en un corte axial, de los músculos del compartimento lateral de la pierna. P: peroné; PLL: peroneo lateral largo; PLC: peroneo lateral corto; T: tibia.



Figura 10-19. Colocación del paciente para el estudio de los músculos del compartimento lateral de la pierna.



Este compartimento se relaciona con el nervio peroneo superficial, que cruza de detrás adelante y de arriba abajo el compartimento lateral en su mitad superior, y en

el tercio distal de la pierna se hace superficial, emergiendo de forma característica entre el compartimento lateral y el anterior (Fig. 10-21).

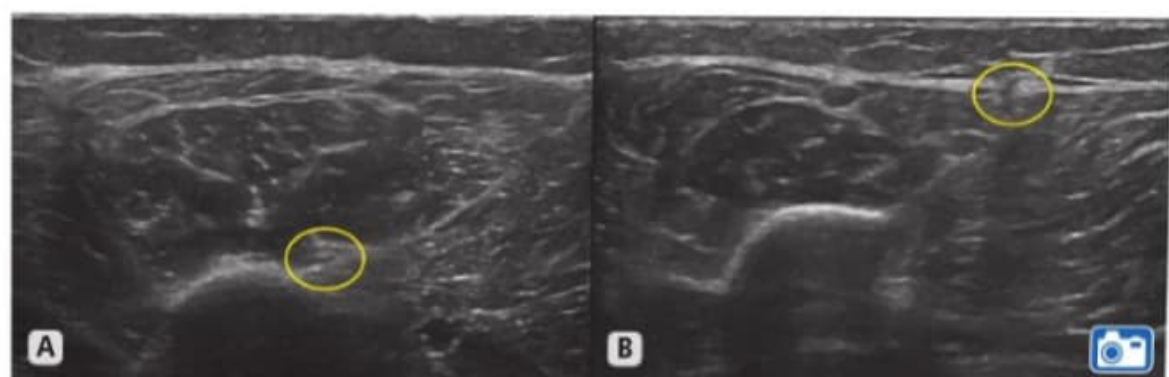


Figura 10-21. Imagen ecográfica, en eje corto, de la relación entre los músculos del compartimento lateral de la pierna con el nervio peroneo superficial, proximal (A) y distal (B).

RESUMEN



- En este capítulo se han visto las estructuras fundamentales de la pierna. La compartimentalización de sus estructuras hace muy didáctico el estudio. En la cara anterolateral encontramos los compartimentos anterior y lateral, que alojan los extensores del tarso (los de los dedos) y los peroneos. En la cara posterior, los compartimentos profundo y superficial alojan los músculos y tendones de esta región, de tal forma que, haciendo mover al paciente los dedos y el pie, se puede observar con precisión su localización, lo cual es muy útil para el diagnóstico, con frecuencia confuso.
- Algunas lesiones, como las de los gemelos, se pueden valorar por ecografía con certeza; otras, como las del sóleo, entrañan mayor dificultad, y probablemente sean más subsidiarias de estudio por resonancia.
- Las lesiones de la pierna son típicas de deportistas. La ecografía, además de ser diagnóstica para la mayoría de ellas, nos permitirá hacer su seguimiento. Detectar hematomas que puedan drenarse, valorar la calidad de la cicatriz y descartar complicaciones, como rerroturas o trombosis venosas profundas, son ventajas que se deben aprovechar para obtener un resultado óptimo.

MATERIAL COMPLEMENTARIO



- **Vídeo 10-5:** Gemelo medial en eje corto y posteriormente eje largo.
- **Vídeo 10-8:** Plantar delgado en eje corto, desde su inicio muscular se sigue su tendón distalmente, íntimamente relacionado con gemelo medial, y luego tendón Aquiles.
- **Vídeo 10-17:** Musculatura del compartimento anterolateral de la pierna de proximal a distal y vuelta a proximal.
- **Vídeo 10-20:** Recorrido de los músculos peroneos de proximal a distal.
- **Vídeo 10-21:** Recorrido del nervio peroneo superficial en compartimento externo desde proximal a distal y vuelta a proximal.

■ ■ INTRODUCCIÓN

El tobillo, a pesar de ser una articulación muy superficial, no ha podido ser explorada adecuadamente con ultrasonidos hasta la aparición de equipos de alta resolución con sondas de alta frecuencia, que nos han permitido ver correctamente todas las estructuras accesibles a dicha técnica.

La ecografía del tobillo nos permite complementar de forma muy certera la exploración de esta región, que muchas veces presenta una baja especificidad clínica, confundiendo o superponiéndose la sintomatología de unas patologías con otras. La cercanía de las estructuras y su superficialidad nos obligan a una valoración selectiva de cada una de ellas de forma individualizada, estudiándolas en cortes multiplanares.

Se deben utilizar sondas de alta frecuencia; a ser posible, que tengan unos rangos entre 7 y 18 MHz, pudiendo incluso utilizar sondas tipo *stick* para definir con gran fiabilidad estructuras más finas y de peor acceso.

La sistemática de exploración debe realizarse de forma reglada, observando los diversos componentes de cada compartimento del tobillo, como expondremos a continuación. Cuando el ecografista es experimentado, puede rastrear el área de interés directamente, lo cual supone un ahorro considerable de tiempo. A menudo, es necesario realizar el estudio contralateral de la misma estructura con el fin de comparar tamaños y grosores, teniendo siempre en cuenta que también podrían estar alterados.

Como en toda la ecografía del aparato locomotor, son muy importantes las referen-

cias, también llamadas marcadores, que pueden ser zonas óseas o estructuras blandas (tendones, generalmente) muy evidentes y habitualmente presentes en todos los pacientes, y que permiten saber en todo momento en qué zona estamos y qué estructuras anatómicas podemos encontrar en su proximidad. Asimismo, en la ecografía del tobillo es casi obligado realizar un estudio dinámico, ya que la mayoría de las lesiones son articulares y ligamentosas, lo cual compromete la estabilidad articular. La mejor manera de comprobarlo es la realización de pruebas dinámicas de estrés en eversión, inversión, flexión dorsal y flexión plantar.

El pie es una región anatómica compleja, formada por veintiocho huesos, treinta articulaciones y más de cien músculos, tendones y ligamentos; por lo tanto, para realizar su estudio ecográfico, es muy importante disponer de marcadores específicos de referencia.

■ ■ TOBILLO

Anatomía del tobillo

El tobillo lo forman tres articulaciones (**Fig. 11-1**):

- Articulación tibioperonea distal o sindesmosis, formada por una prolongación de la sinovial de la articulación tibioastragalina.
- Articulación tibiotarsiana (propriadamente llamada «la articulación del tobillo»).
- Articulación subastragalina o astragalocalcánea.

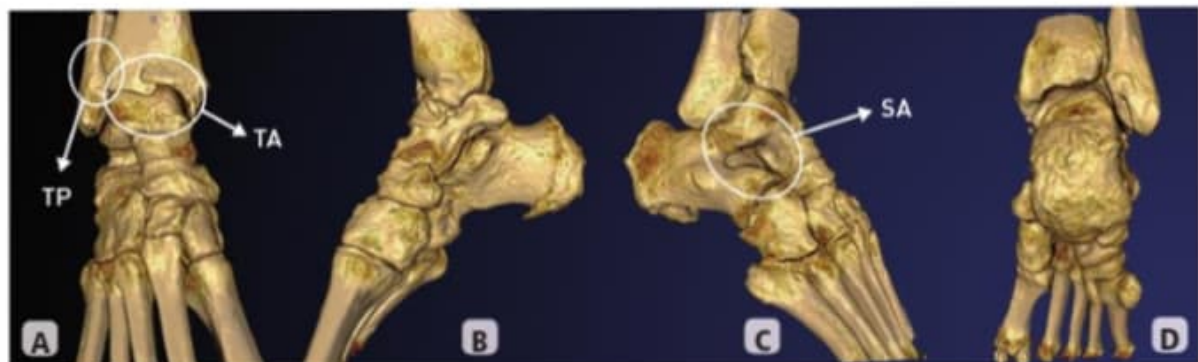


Figura 11-1. Imágenes de TC 3D de los huesos del tobillo. A) Vista anterior. B) Vista medial. C) Vista lateral. D) Vista posterior. TP: tibioperonea; TA: tibiaastragalina; SA: subastragalina.

Para su estudio, se dividirá en cuatro zonas:

- Anterior (**Fig. 11-2**): en esta zona se encuentra el grupo de los tendones extensores, formado, de medial a lateral, por el tendón del tibial anterior, el tendón del

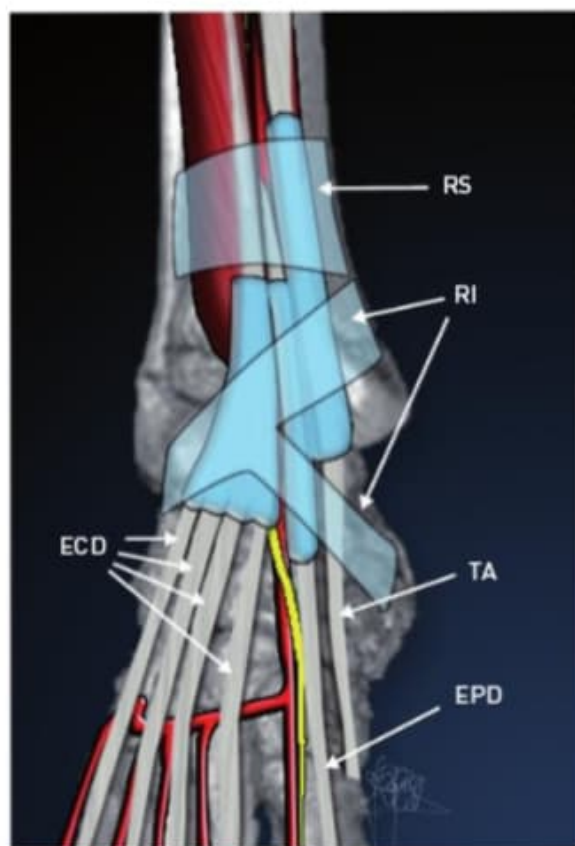


Figura 11-2. Dibujo anatómico de la cara anterior del tobillo. RS: retináculo superior; RI: retináculo inferior; TA: tibial anterior; ECD: extensor común de los dedos; EPD: extensor del primer dedo.

extensor largo del primer dedo, el tendón extensor largo común de los dedos y el inconstante tendón *peroneus tertius*. Estos tendones están fijados por dos retináculos, uno superior y otro inferior, en forma de «Y», lo cual evita que se luxen al realizar su función. Por debajo del tendón extensor largo del primer dedo, discurre el paquete vasculonervioso tibial anterior, formado por la arteria tibial anterior, las venas tibiales anteriores (en número de dos o más) y el nervio peroneo profundo. Por debajo de los tendones se encuentra la sindesmosis, con su ligamento tibioperoneo anterior.

- Medial (**Fig. 11-3**): se sitúan los tendones flexores, formados, de anterior a posterior, por el tibial posterior, el flexor largo común de los dedos y el flexor largo del primer dedo. Entre el flexor largo del primer dedo y el flexor largo común de los dedos, discurre el paquete vasculonervioso tibial posterior, formado por la arteria tibial posterior, dos o más venas tibiales posteriores y el nervio tibial. Todo ello



Frecuentemente, pero de forma errónea, se suele nombrar al nervio tibial (en el túnel tarsiano) como tibial posterior. Esto se debe a que el nervio peroneo profundo (en la cara anterior) se encuentra en el paquete vasculonervioso tibial anterior, acompañando a la arteria y las venas de dicho nombre, y ello nos induce a nombrarlo también como tibial anterior.

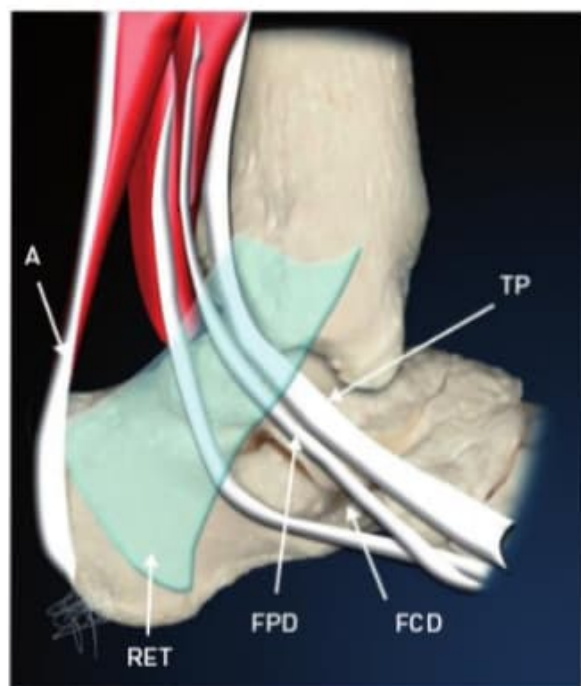


Figura 11-3. Dibujo anatómico de la cara medial del tobillo. RET: retináculo; TP: tibial posterior; FCD: flexor común de los dedos; FPD: flexor largo del primer dedo; A: Aquiles.

fijado por un retináculo flexor, formando el túnel del tarso. Por debajo se sitúa el potente ligamento deltoideo, en forma de abanico, formado por múltiples haces que van del maléolo tibial al navicular, ligamento *spring*, astrágalo y calcáneo.

- Lateral (**Fig. 11-4**): se localizan los tendones peroneos que discurren retromaleolarmente. El tendón peroneo corto se encuentra pegado a la superficie ósea del maléolo, y el peroneo largo por encima del corto. Discurren juntos hasta encontrar el tubérculo calcáneo, en donde se separan. Para evitar su luxación, existen dos retináculos, superior e inferior, que fijan los tendones detrás del maléolo externo y contra la superficie lateral del calcáneo. Por debajo de estos se encuentran los ligamentos externos del tobillo, formados por el peroneo astragalino anterior, el peroneo calcáneo y el peroneo astragalino posterior.
- Posterior (**Fig. 11-5**): superficialmente, se encuentra el tendón de Aquiles. Es el tendón más largo, grueso y fuerte de todos los tendones del cuerpo. Está formado por

la fusión de las aponeurosis de los dos gemelos con el tendón del músculo sóleo. En el borde interno de dicho tendón está el tendón del plantar delgado. Por encima y por debajo del tendón se encuentran las bursas superficial y profunda (ésta última, en el ángulo que forma el tendón con el calcáneo). Por debajo del tendón aparece el paquete graso de Kager, de donde proviene la vascularización del tendón. Por debajo de la grasa de Kager discurre el músculo flexor largo del primer dedo, con su tendón intramuscular.

Sistemática exploratoria y ecoanatomía del tobillo

Para el estudio ecográfico, se divide el tobillo en cuatro caras de exploración: anterior, medial, lateral y posterior.

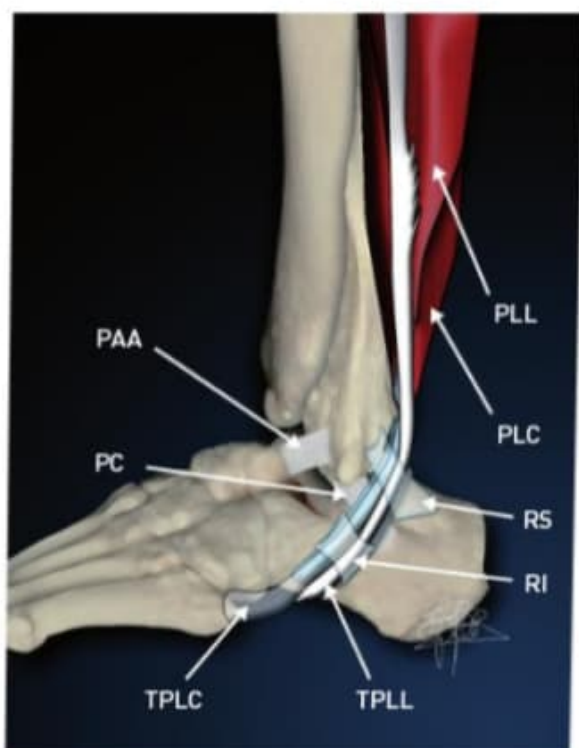


Figura 11-4. Dibujo anatómico de las estructuras de la cara lateral del tobillo. PLL: peroneo lateral largo; PLC: peroneo lateral corto; TPLL: tendón peroneo lateral largo; TPLC: tendón peroneo lateral corto; RS: retináculo superior; RI: retináculo inferior; PAA: ligamento peroneo-astragalino anterior; PC: ligamento peroneo-calcáneo.

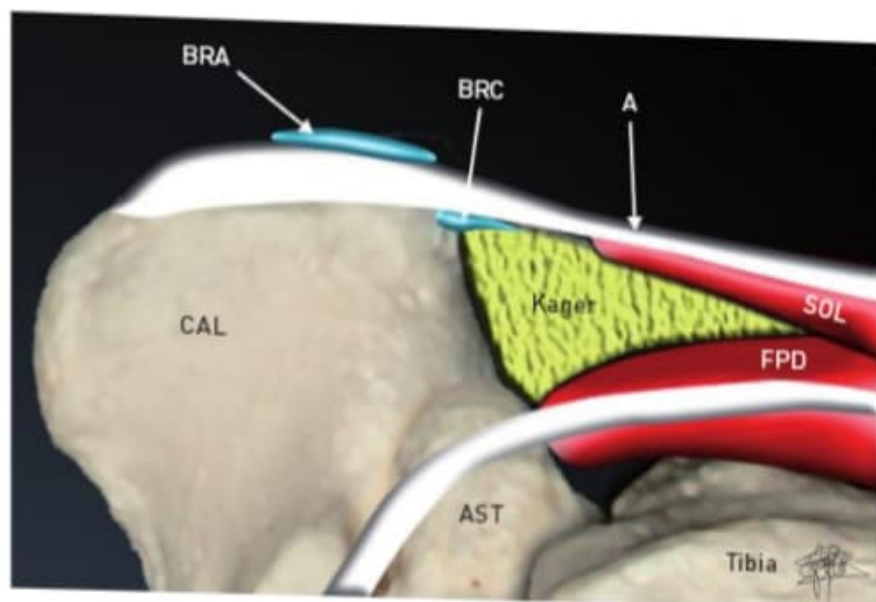


Figura 11-5. Dibujo anatómico de las estructuras de la cara posterior del tobillo. FPD: flexor del primer dedo; SOL: sóleo; AST: astrágalo; CAL: calcáneo; BRA: bursa retroaquilea; BRC: bursa retrocalcánea; A: Aquiles.

Cara anterior

Estructuras a explorar

- Receso anterior de tobillo y cápsula.
- Tendones extensores:
 - Tendón tibial anterior.
 - Tendón extensor largo del dedo gordo.
 - Tendón extensor largo común de los dedos.
 - Tendón *peroneus tertius*.
- Retináculo extensor.
- Ligamento tibioperoneo anterior y membrana interósea.
- Paquete vasculonervioso.

Posición de exploración

Paciente tumbado en la camilla, con la rodilla flexionada 45° y la superficie de la planta del pie plana sobre ella (**Fig. 11-6**). Colocar el transductor en plano transversal y realizar barridos hacia arriba y abajo y de lateral a medial.

Estructuras a visualizar

- Receso anterior del tobillo y cápsula: colocando la sonda en el plano medio longitudinal del tobillo, se explora el receso



Figura 11-6. Posición exploratoria para la exploración de la cara anterior del tobillo.

anterior. Se visualizan la extremidad distal de la tibia hiperecoica y el cartilago articular del astrágalo hipoeicoico junto con la cúpula, el cuello y la cabeza del astrágalo hiperecoicos. Se observarán dos paquetes grasos, el de la articulación tibioastragalina y el del cuello talar. Encima de ellos se aprecian los márgenes de la cápsula articular, hiperecoica respecto al contenido de la cápsula, dentro de la cual puede verse una pequeña cantidad de líquido fisiológico, que se desplaza con movimientos de dorsiflexión.

- Tendones extensores: de medial a lateral, son el tibial anterior, el extensor largo del primer dedo y el extensor largo común de los dedos. Se exploran inicialmente en un corte transversal, observando de medial a lateral:
 - Tendón del tibial anterior: es el más grueso y medial. Tiene una forma ovalada, con la clásica ecoestructura punti-forme en «sal y pimienta» de los tendones en cortes transversales (Fig. 11-7). Es un tendón con vaina sinovial, que se observa como una delgada línea hiperecoica que cubre el tendón. Cualquier cantidad de líquido sinovial que presente es patológica, y se apreciará como una lámina anecoica, más o menos gruesa, entre la sinovial y el tendón. Si se coloca la sonda longitudinalmente, se podrá observar su estructura fibrilar típica (Fig. 11-8 A). Se ha de realizar la exploración, tanto en cortes transversales como en longitudinales, desde la unión miotendinosa hasta la inserción en la primera cuña y base del primer metatarsiano.
 - Tendón extensor largo del primer dedo: su grosor es la mitad del tibial anterior, y posee a esta altura aún un componente de fibras musculares. Clásicamente se encuentra sobre el paquete vasculonervioso, medial a él (v. Fig. 11-7). Se debe rastrear tanto transversal como longitudinalmente (v. Fig. 11-8 B), hasta llegar a la inserción distal en la base de la falange distal del primer dedo. Tiene vaina sinovial propia, que se debe estudiar en busca de líquido en su interior.
 - Tendón extensor largo común de los dedos: a nivel más proximal, se observa como un tendón único, prácticamente sin fibras musculares (v. Fig. 11-7), que

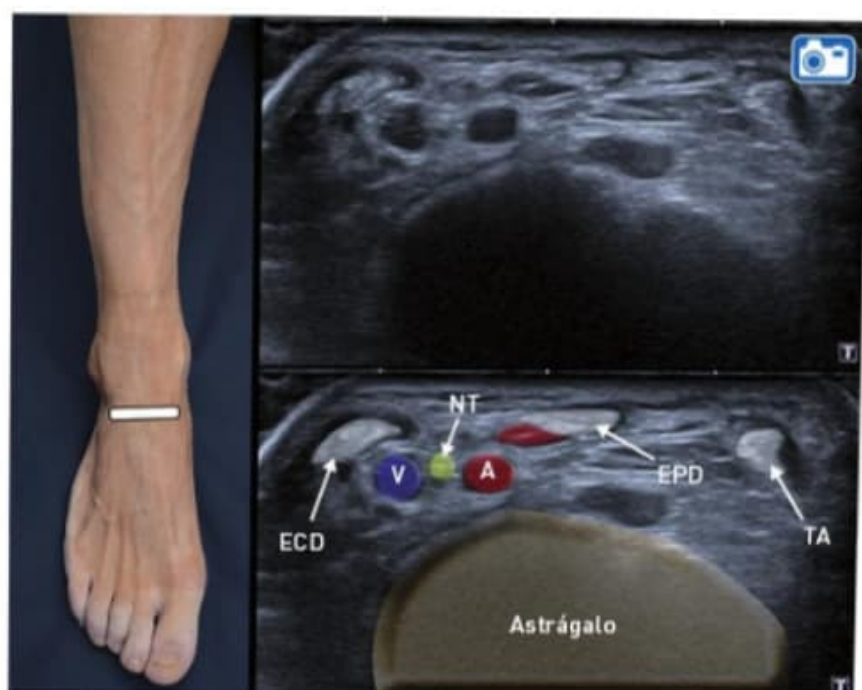


Figura 11-7. Imagen ecográfica de corte transversal de la cara anterior de tobillo. ECD: extensor común de los dedos; NT: nervio peroneo profundo; A y V: arteria y vena tibiales; EPD: extensor largo del primer dedo; TA: tibial anterior. Imagen de la izquierda: posición de la sonda.

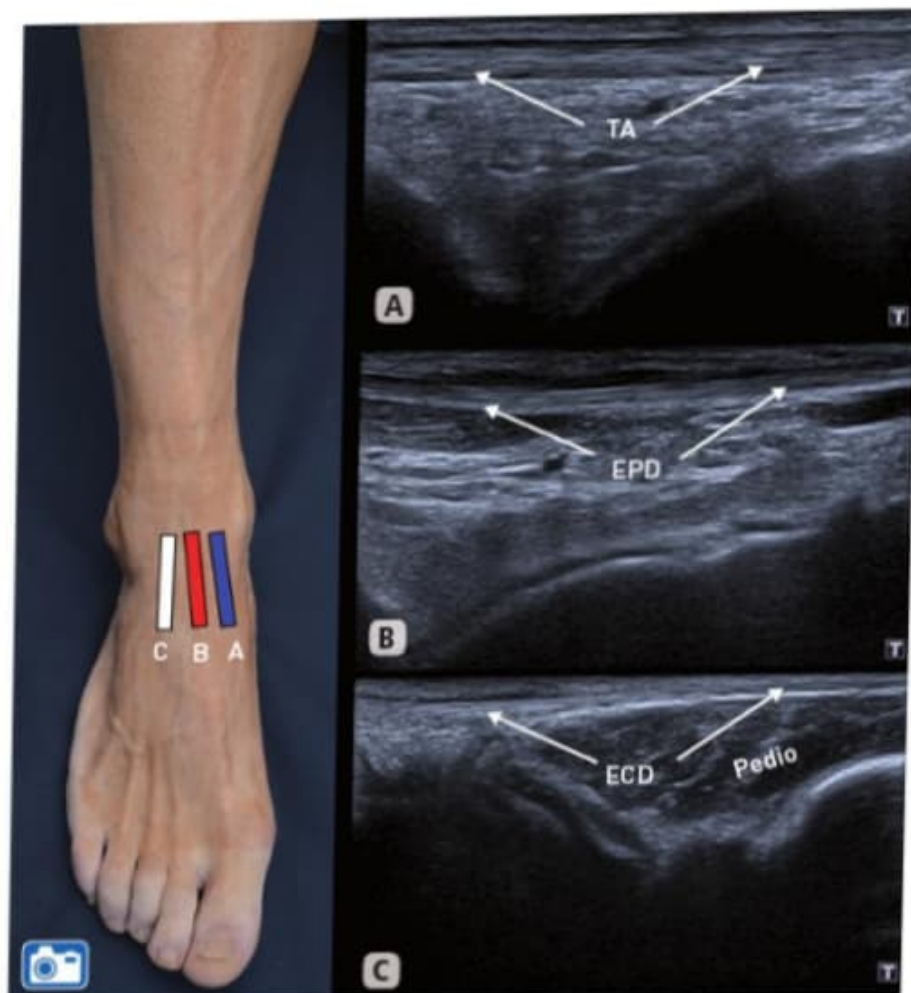


Figura 11-8. Imágenes ecográficas de cortes longitudinales a la altura de los tendones extensores en la cara anterior del tobillo. **A)** Tibial anterior. **B)** Extensor largo del primer dedo. **C)** Extensor común de los dedos. TA: tibial anterior; EPD: extensor largo del primer dedo; EDC: extensor común de los dedos. **Imagen de la izquierda:** posiciones de la sonda.

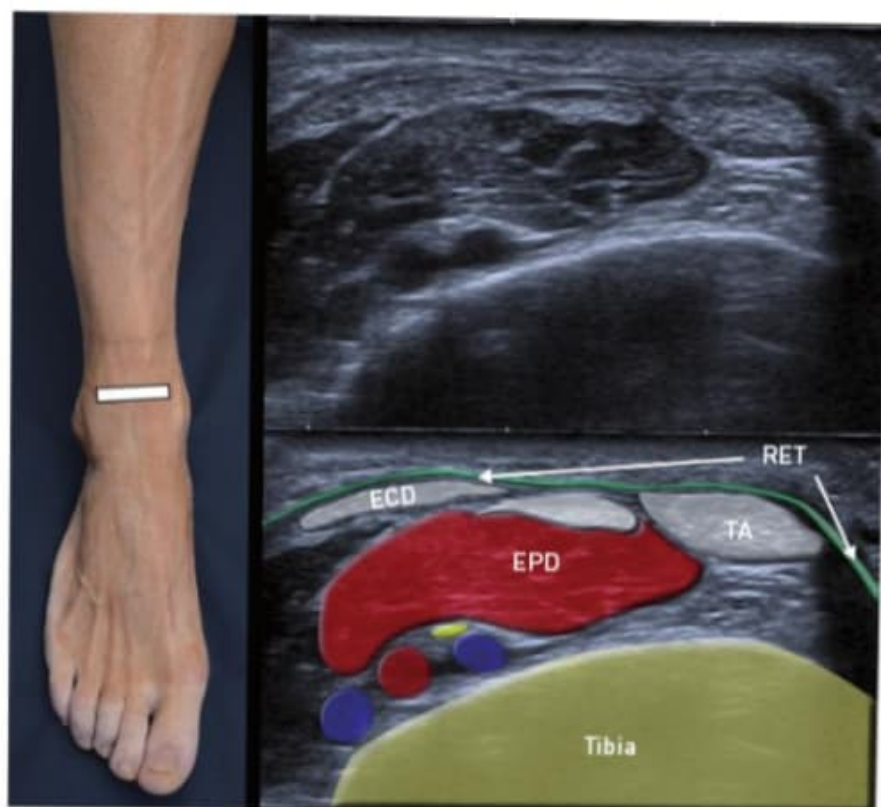
rápidamente se ramifica en cuatro pequeños tendones, uno para cada dedo. Su vaina sinovial es común. En el pie, discurren por encima de la potente masa muscular del músculo pedio o extensor corto de los dedos y extensor corto del primer dedo (v. **Fig. 11-8 C**).

- Tendón *peroneus tertius*: tendón y músculo supernumerario e inconstante, pero bastante frecuente. Cruza la articulación del tobillo externamente, después del tendón extensor largo de los dedos, y se inserta en la superficie lateral de la base y parte de la diáfisis del quinto metatarsiano.
- Retináculos extensores. Son dos: uno superior, que se inserta en la cara anterior del maléolo externo y en la cara anterior de la tibia; y otro inferior, que tiene forma de

«Y», y cuya banda lateral se inserta en el calcáneo y las bandas mediales se dividen en dos: la superior se inserta en el maléolo interno anterior y la inferior en navicular y cuneiforme medial (v. **Fig. 11-2**). En el retináculo inferior, todos los tendones tienen sinovial, que en estado normal no se visualiza. Al explorar los tendones extensores en corte transversal, los retináculos se pueden ver como pequeñas bandas hiperecoicas que están encima y en contacto con ellos (**Fig. 11-9**).

- Ligamento tibioperoneo anterior y membrana interósea: anatómicamente pertenecen a la cara anterior, aunque se exploran habitualmente con el complejo ligamentoso externo. Se coloca el transductor oblicuo, con el extremo distal de la sonda en el maléolo peroneal y el proximal en la tibia, formando un ángulo hacia delante y proxi-

Figura 11-9. Imagen ecográfica de un corte transversal a la altura del retináculo; ECD: extensor común de los dedos; EPD: extensor del primer dedo; TA: tibial anterior. **Imagen de la izquierda:** posición de la sonda.



mal de unos 45° . El ligamento se visualiza como una fina banda fibrilar hiperecoica con un grosor de unos 2-4 mm (Fig. 11-10).

- Paquete vasculonervioso: debajo del tendón del extensor largo del primer dedo y lateral a él, se observa la arteria tibial anterior junto a las venas tibiales, que pueden ser dos o, con cierta frecuencia, más (4 o 5). En una exploración más minuciosa, se podrá apreciar el nervio peroneo profundo, rama motora terminal del pero-

neo común que salta de medial a lateral por encima de la arteria (Figs. 11-7, 11-9 y 11-11).

Cara medial

Estructuras a explorar

- Tendones flexores:
 - Tendón tibial posterior.

Figura 11-10. Imagen ecográfica del ligamento tibioperoneo anterior (LTPA). Recuadro inferior izquierdo: localización de la sonda.



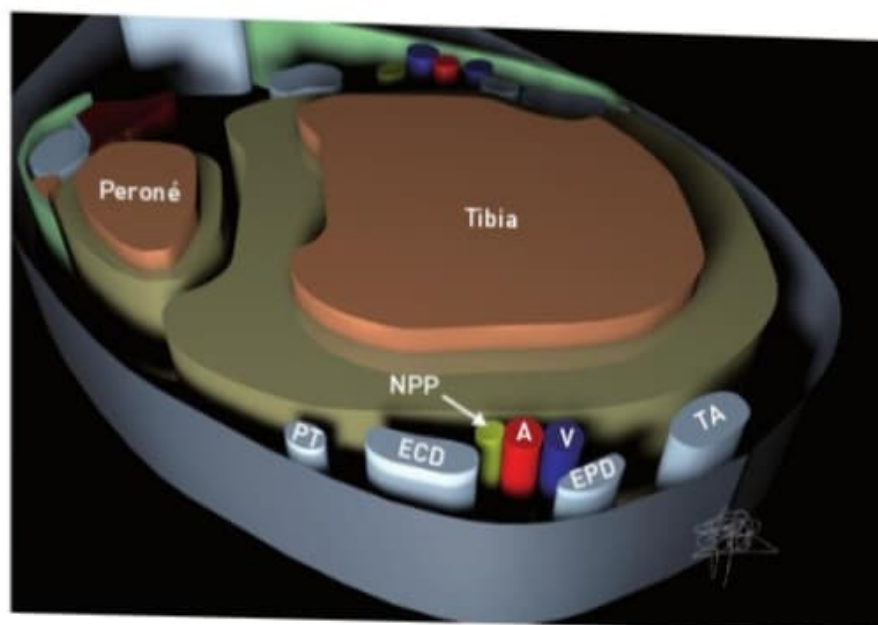


Figura 11-11. Dibujo anatómico de un corte axial de las estructuras anteriores del tobillo. TA: tibial anterior; EPD: extensor del primer dedo; ECD: extensor común de los dedos; PT: *peroneus tertius*; NPP: nervio peroneo profundo; A y V: arteria y vena tibiales; PER: peroné.

- Tendón flexor largo de los dedos.
- Tendón flexor largo del dedo gordo.
- Paquete vasculonervioso tibial posterior.
- Canal tarsiano y retináculo flexor.
- Ligamento deltoideo.

Posición de exploración

Paciente tumbado en la camilla, con la pierna ladeada, en posición de rana (**Fig. 11-12**). Se puede colocar una almohadilla o toalla sobre la cara externa y aplicar abundante gel para la exploración, y así evitar los relieves óseos. También se puede realizar en decúbito prono, con el pie colgando fuera de la camilla para poder manipularlo.

Estructuras a visualizar

- Tendones flexores: por detrás del maléolo tibial, que usaremos como marcador óseo, se disponen, de anterior a posterior y por debajo del retináculo flexor en un corte transversal, el tibial posterior, el flexor común de los dedos y, separado por el *sustentaculum tali*, el flexor largo del primer dedo. Entre el flexor común de los dedos y el flexor largo del primer dedo está el paquete vasculonervioso tibial posterior (**Fig. 11-13**).

- Tendón tibial posterior: se rastrea desde la porción superior del retináculo flexor. En eje corto, presenta una forma ovoidea



Figura 11-12. Posición exploratoria para la valoración de las estructuras de la cara medial del tobillo.



Figura 11-13. Estructuras de la cara medial del tobillo. **Izquierda:** posición de la sonda. **Centro:** imagen ecográfica. **Derecha:** esquema anatómico. TP: tibial posterior; FCD: flexor común de los dedos; FPD: flexor del primer dedo; RET: retináculo; A y V: arteria y venas tibiales posteriores; N: nervio tibial.



Como regla nemotécnica para recordar la situación de los tendones flexores, se puede usar la de los tres amigos, Tom, Dick And Very Nervous Harry: Tom [de Tibial posterior], Dick [de *Digitorum*, el flexor común de los dedos], And Very Nervous [de Arteria, Vena, Nervio; paquete vasculonervioso tibial posterior] Harry [de *Hallucis*, flexor del primer dedo].

justo sobre la cortical tibial (v. **Fig. 11-13**). En corte longitudinal, se abre en abanico

para insertarse en la tuberosidad medial del escafoides, el cuboides y la base de los metatarsianos. Hay que verificar si existe un hueso navicular accesorio en el eje largo durante su inserción (**Fig. 11-14**). Es normal ver una pequeña cantidad de líquido en la sinovial (máximo de unos 3 mm).

- Flexor largo de los dedos: colocado junto al tibial posterior y algo más interno, se rastrea en longitudinal hasta la base de la falange distal de los dedos (v. **Fig. 11-13**).

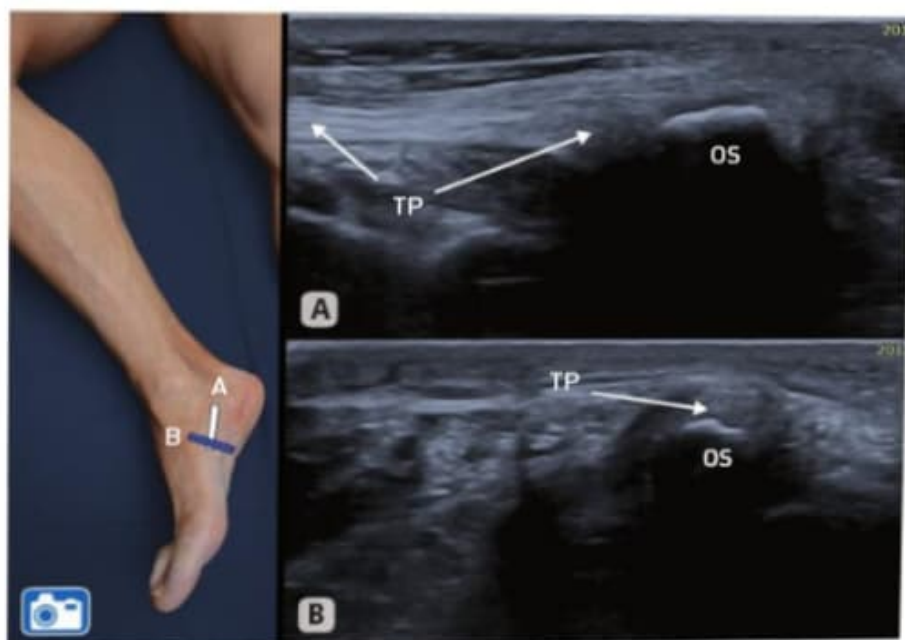


Figura 11-14. Imágenes ecográficas del tendón tibial posterior, con su osículo accesorio en ejes largo (A) y corto (B). TP: tibial posterior; OS: osículo accesorio. **Imagen de la izquierda:** posiciones de la sonda.



El tendón del tibial posterior puede contener algo de líquido fisiológico en su vaina sinovial que no se ha de confundir con una tenosinovitis.

- Flexor largo del primer dedo: este tendón se ve mejor explorando el pie con el paciente en decúbito prono y con un acceso medial por debajo del tendón de Aquiles. Se observa su potente masa muscular desde el acceso posterior debajo del Aquiles y de la grasa de Kager (Fig. 11-15), donde el tendón se irá conformando para pasar por el surco intertubercular del astrágalo y colocarse debajo del *sustentaculum tali*, el cual usa como polea para girar hacia la planta del pie y lo separa de los otros dos tendones flexores (v. Fig. 11-13). Desde aquí, a través del túnel osteofibroso del tarso, se dirige hacia la base de la falange distal del primer dedo.
- Paquete vasculonervioso y retináculo: desde el margen óseo tibial hasta el calcáneo,

es fácil visualizar el retináculo flexor. Debajo de él, y entre los tendones del flexor de los dedos y del primer dedo, se observa la arteria tibial posterior, con sus venas satélites en número de tres o cuatro y el nervio tibial, el cual se va bifurcando en sus ramas plantar medial y lateral y en la rama calcánea más posterior (v. Fig. 11-13).

- Ligamento deltoideo (Fig. 11-16): es amplio, fuerte y con forma de abanico. Va desde el maléolo tibial hasta su inserción en el hueso navicular, el ligamento *spring*, el astrágalo y el calcáneo. Su anatomía es compleja, y se admite hoy en día que se encuentra, fundamentalmente, compuesto por dos capas: una superficial y otra profunda. La profunda está formada por el ligamento tibioastragalino, cuyo componente posterior es constante y en ocasiones presenta otro anterior. La capa superficial consta de cuatro fascículos que se denominan según sus inserciones, aunque esta clasificación es más bien académica, ya que muchas veces estos fascículos son



Figura 11-15. Imagen ecográfica del flexor del primer dedo. PFD: flexor largo primer dedo; TFPD: tendón intramuscular del flexor del primer dedo. Imagen de la izquierda: localización de la sonda.

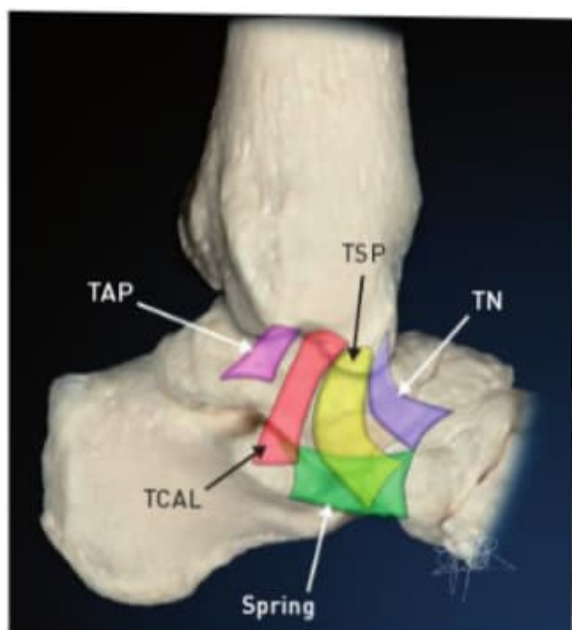


Figura 11-16. Imagen esquemática de los diferentes componentes del ligamento lateral interno (o deltoideo) y del ligamento Spring. TN: tibionavicular; TSP: tibiospring; TCAL: tibiocalcáneo; TAP: tibioastragalino posterior.

indistinguibles. En la práctica se divide, de anterior a posterior, en: ligamento tibionavicular, tibiospring, tibiocalcáneo (que es

más superficial y posterior) y, finalmente, tibioastragalino superficial (Fig. 11-17).

El fascículo anterior se explora con el tobillo en valgo y flexión plantar, poniendo una punta de la sonda sobre el maléolo medial y posicionándola oblicuamente hacia abajo y hacia delante. Este ligamento tibionavicular se ve como una lámina fina entre el maléolo y el escafoides (Fig. 11-17 C).

El fascículo medial se explora con el tobillo en valgo y flexión de 90°, poniendo la sonda en el eje del maléolo tibial. La parte superficial del ligamento (ligamento tibiocalcáneo) se observa como una banda hiperecoica (Fig. 11-7 B), y la parte profunda (ligamento tibiospring) se observa como una banda más hipoeoica que la anterior y se inserta en el ligamento *spring* (Fig. 11-18).

El fascículo posterior se explora con el tobillo en valgo y dorsiflexión, oblicuando la sonda desde el maléolo tibial hacia el posterior. Este ligamento se visualiza como una amplia banda fibrilar en forma de cono, con la base más amplia insertada en el astrágalo (Fig. 11-17 A).

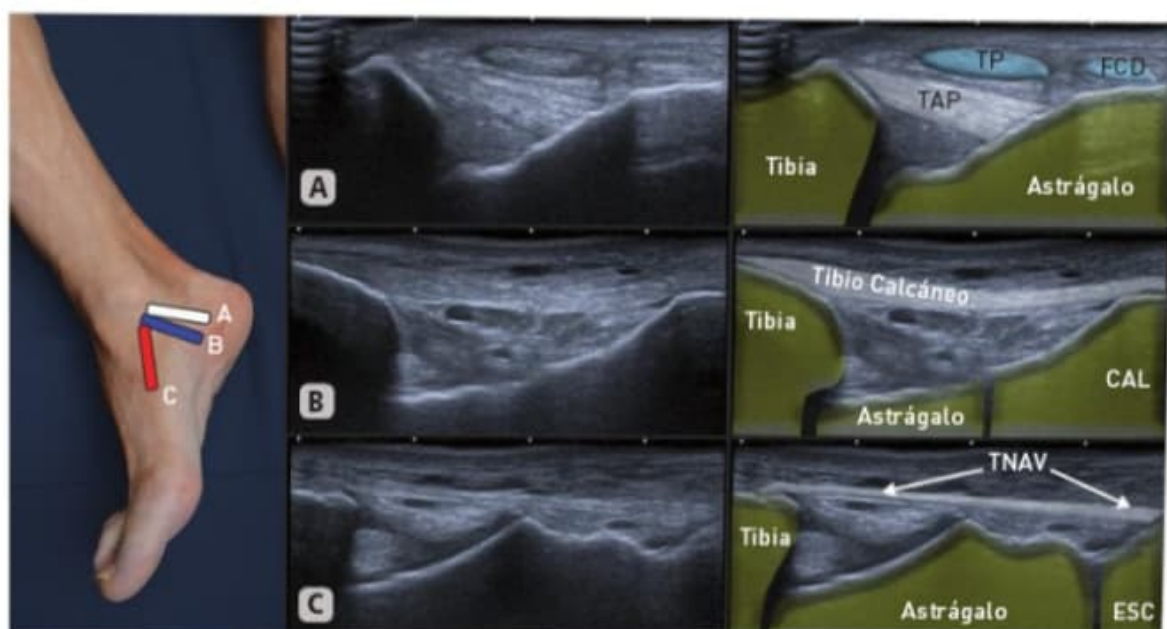


Figura 11-17. Imágenes ecográficas del ligamento deltoideo y sus diferentes componentes. A) Ligamento tibioastragalino posterior (TAP). B) Ligamento tibiocalcáneo. C) Ligamento tibionavicular (TNAV). Imagen de la izquierda: posiciones de la sonda. CAL: calcáneo; ESC: escafoides o navicular; FCD: flexor común de los dedos; TP: tibial posterior.

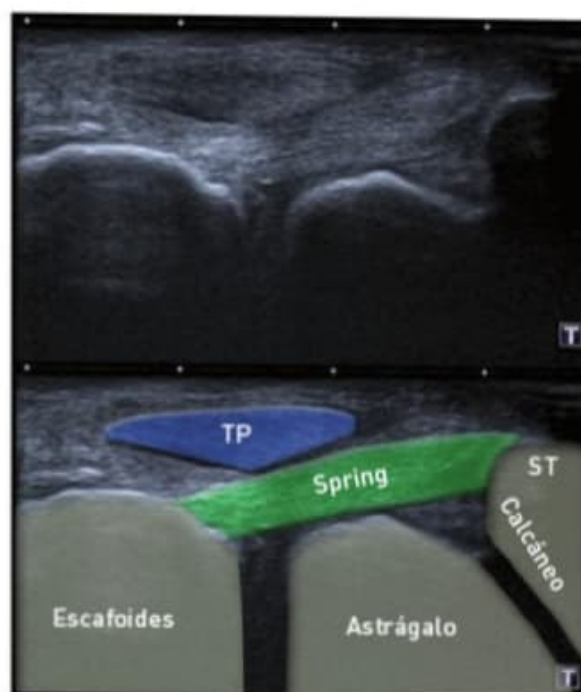


Figura 11-18. Imagen ecográfica del ligamento *spring*. TP: tibial posterior; ST: *sustentaculum tali*

Cara lateral

Estructuras a explorar

- Tendones peroneos.
- Retináculo lateral.
- Complejo ligamentoso externo:
 - Ligamento peroneo astragalino anterior.
 - Ligamento peroneo calcáneo.

Posición exploratoria

El paciente se coloca en decúbito lateral derecho o izquierdo, según sea el tobillo a explorar, dejando la extremidad objeto de estudio en la parte superior. La rodilla en flexión de 45° para relajar el tríceps sural y el tendón de Aquiles, y pondremos un rulo o toalla enrollados por debajo del maléolo para poder hacer movimientos a la articulación de flexoextensión y de eversión e inversión (**Fig. 11-19**).

Estructuras a visualizar

- Tendones peroneos y retináculo lateral: tras colocar la sonda a la altura del malé-

lo peroneal, en transversal y posterior, se desliza la sonda hacia arriba, observando las uniones miotendinosas, y hacia abajo, hasta pasar el tubérculo calcáneo de los peroneos, en donde se separan. El tendón del peroneo largo se sitúa sobre el corto, que es más aplanado y presenta gran persistencia de fibras musculares en esta zona (**Fig. 11-20 A**). Un poco más abajo, a nivel retromaleolar, el corto se encuentra más encajado, abrazando al largo. Es aquí donde se aprecia el retináculo de los peroneos, junto con un pequeño fibrocartilago triangular en su unión al peroné (**Fig. 11-20 B**). Más posterior al fibrocartilago discurren, por un compartimiento propio, la vena safena menor, el nervio sural y el nervio calcáneo inferior. En este punto, la vaina sinovial es común para ambos tendones.



Figura 11-19. Posición exploratoria para el estudio de las estructuras de la cara externa del tobillo.

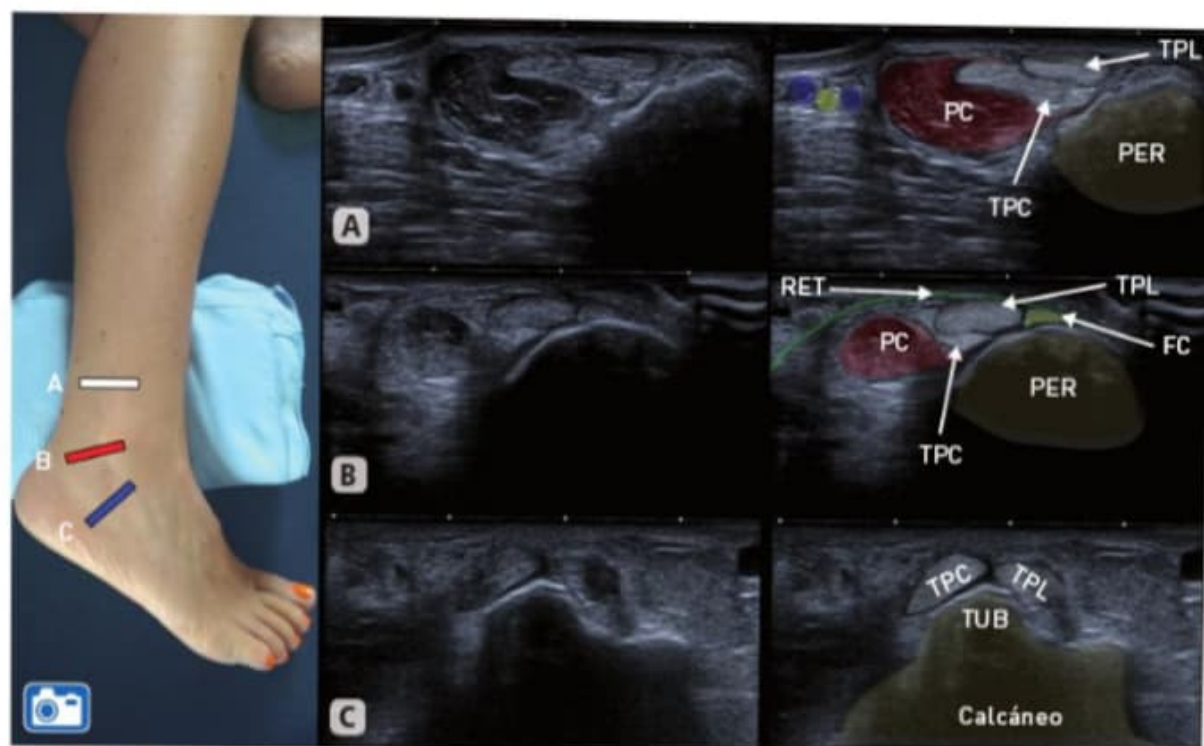


Figura 11-20. Imágenes ecográficas del recorrido de los tendones peroneos a distintas alturas. **Izquierda:** imagen con las marcas de la posición de la sonda. **A)** Supramaleolar. **B)** Retromaleolar. **C)** Inframaleolar. PC: peroneo corto; TPC: tendón peroneo lateral corto; TPL: tendón peroneo lateral largo; PER: peroné; RET: retináculo; FC: fibrocartilago; TUB: tubérculo de los peroneos.

Si seguimos descendiendo hasta la zona inframaleolar, la vaina se hace individual para cada tendón y el tubérculo de los peroneos del calcáneo los separa (**Fig. 11-20 C**). En ocasiones este tubérculo es plano. Desde aquí en longitudinal, se aprecia cómo el peroneo corto se inserta en la base del quinto metatarsiano, y el largo, que era el superficial, se dirige profundamente a la planta del pie, cruzando por el surco que el cuboides le ofrece para acabar insertándose en la base del primer metatarsiano y en la cuña medial (**Fig. 11-33**). A su paso por el cuboides, puede contener un hueso sesamoideo llamado *os peroneum*.

✓ Al igual que en el caso del tendón tibial posterior con el *os navicular*, el peroneo lateral largo puede presentar un huesecillo, llamado *os peroneum*, que no debe confundirnos con una calcificación heterotópica.

Conviene realizar una exploración dinámica, con maniobras forzadas de inversión y evasión del pie, para valorar la estabilidad de los tendones. Es importante tener presente que la sinovial de estos tendones está en íntimo contacto con los ligamentos peroneo calcáneo y peroneo astragalino anterior, por lo que, cuando hay una lesión de uno de estos ligamentos, se puede observar un derrame sinovial.

😊 Como regla nemotécnica para recordar la posición de los tendones peroneos y que el corto es el profundo, se puede emplear la cita: «...soy CORTO... Pero PROFUNDO...».

- Complejo ligamentoso externo:
 - Ligamento peroneo astragalino anterior: tiene una anchura de unos 6-10 mm y un grosor de 4-6 mm, con estructura fibrilar típica. Sigue una trayectoria hori-



Figura 11-21. Imagen ecográfica del componente peroneo astragalino anterior (PAA) del ligamento lateral externo del tobillo. Recuadro pequeño: posición de la sonda.

zonal respecto a la planta del pie y se origina en el margen anterior del maléolo peroneo, para terminar en el astrágalo inmediatamente anterior a la superficie articular, por lo que se coloca la sonda con la parte proximal viendo el maléolo y paralela a la planta del pie. Este ligamento se debe explorar con una flexión plantar del tobillo para verlo en tensión. Por debajo de él se sitúa el receso articular peroneo astragalino, que puede contener una pequeña cantidad fisiológica de líquido articular (Fig. 11-21).

- Ligamento peroneo calcáneo: tiene un grosor de unos 6-8 mm, con una estructura laminar típica, aunque su extremo distal puede verse hipoeoico por un efecto de anisotropía. Es un ligamento

que salta entre dos articulaciones, la peroneoastragalina y la astragalocalcánea. Sigue una trayectoria vertical, desde la punta del peroné al calcáneo, y discurre por debajo de los tendones peroneos, que parecen «descansar» sobre él. Se debe explorar en flexión dorsal para verlo en tensión y hay que observar cómo, al pasar de la flexión plantar a la dorsal, los tendones peroneos ascienden ligeramente; es un signo importante de la integridad de este ligamento (Fig. 11-22).

Pruebas dinámicas

Las pruebas dinámicas para el estudio de la cara lateral son muy importantes para



Figura 11-22. Imagen ecográfica del componente peroneo calcáneo (LPC) del ligamento lateral externo del tobillo, con el pie en posición neutra (A) y en flexión dorsal forzada (B). TPL: tendón peroneo lateral largo; TPC: tendón peroneo lateral corto; PER: peroné. Imagen de la izquierda: posición de la sonda.

observar la estabilidad de los tendones, la integridad del retináculo y la de los ligamentos. Para ello, hay que movilizar el tobillo realizando eversión, dorsiflexión y flexoextensiones para buscar bostezos articulares, *snappings* tendinosos y movimiento de líquido articular.



Las pruebas dinámicas son importantes en el estudio de la cara lateral para observar la integridad y el comportamiento de tendones y ligamentos.

Cara posterior

Estructuras a explorar

- Tendón de Aquiles.
- Paquete graso de Kager.
- Tendón delgado plantar.
- Bursas.
- Receso posterior del tobillo.
- Vena safena menor y nervio safeno externo.

Posición exploratoria

En esta ocasión, se coloca al paciente en decúbito prono sobre la camilla, con el pie colgando por fuera del borde (**Fig. 11-23**).

Estructuras a visualizar

- Tendón de Aquiles (**Figs. 11-5** y **11-24**): es el tendón distal del tríceps sural y se forma por la confluencia de las láminas aponeuróticas terminales del sóleo (ventralmente) y de los dos gemelos (dorsalmente). Es un tendón aplanado y ancho en el tercio distal de la pierna que irá adquiriendo un aspecto cordonal. El grosor en el corte transversal ronda los 5-7 mm. En el corte longitudinal, se apreciará la fibrilaridad homogénea del tendón y cómo se inserta distalmente en el calcáneo a lo largo de 1 cm, creando cierta anisotropía insercional en este punto que hay que corregir colocando la sonda paralela al tendón. Es un tendón sin vaina



Figura 11-23. Posición exploratoria para la valoración de las estructuras de la cara posterior de tobillo.

sinovial, con un peritenon hiperecoico que lo rodea.

- Tendón plantar delgado (v. **Fig. 10-8**): por debajo del Aquiles y medial a él, se encuentra esta pequeña estructura de forma oval, alargada en corte transversal, cuyas fibras o bien se fusionan con el Aquiles, o se insertan directamente en el calcáneo. Se localiza mejor entre el gemelo medial y el sóleo tanto en cortes longitudinales como transversales, y se debe seguir hasta que discurre paralelo al tendón de Aquiles.
- Bursas (**Fig. 11-5**): no se han de ver en condiciones de normalidad, ya que son estructuras casi virtuales (salvo la retrocalcánea, que puede tener un ligero contenido

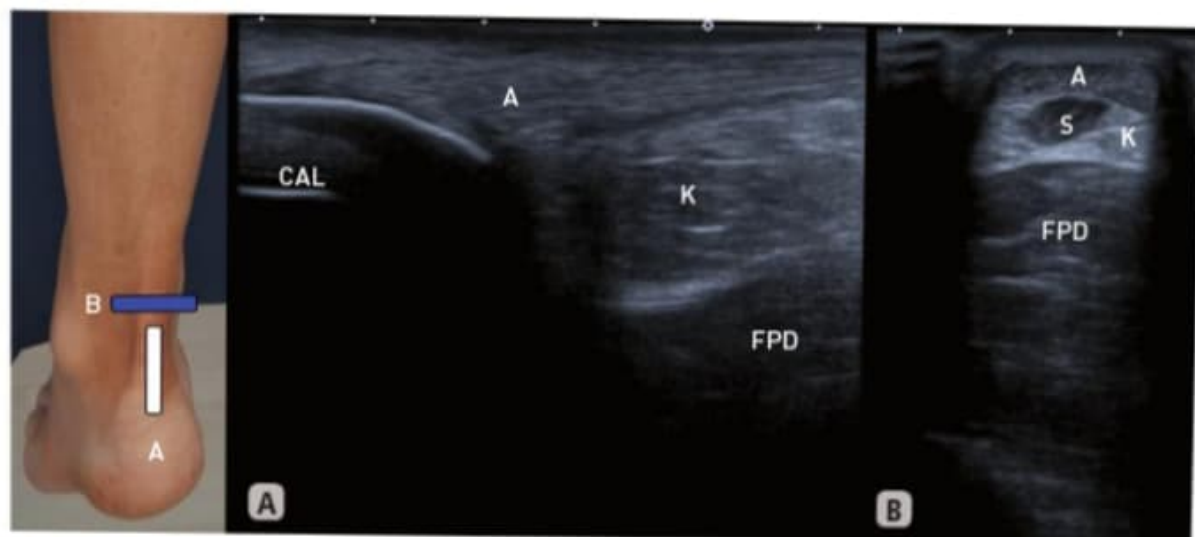


Figura 11-24. Imagen ecográfica de las estructuras posteriores del tobillo. A) Corte longitudinal. B) Corte transversal. A: Aquiles; K: Kager; FPD: flexor del primer dedo; S: sóleo. Izquierda: posiciones de la sonda.

y mostrar una forma de coma). Se localiza, debajo del Aquiles, la retrocalcánea hacia la inserción distal; y encima de él y por debajo de la piel, la retroaquilea, la cual no se visualiza en condiciones normales.

- Grasa de Kager (v. **Figs. 11-5** y **11-24**): se observa relleno del hueco entre la inserción distal del sóleo, el Aquiles, el flexor largo del primer dedo y los relieves óseos. Se muestra como tejido graso en su forma clásica, sin vasos y algo hipoeoica, con tractos fibroadiposos.
- Márgenes óseos: desde esta posición se aprecian los márgenes óseos de tibia, calcáneo y astrágalo, y permite evaluar osículos accesorios o *impingements* posteriores.
- Vena safena menor y nervio safeno externo: ambos discurren, muy superficialmente, por el tejido celular subcutáneo a lo largo de la cara posterolateral del tobillo. Al explorar no hay que hacer presión con la sonda, para evitar colapsar la vena. El nervio safeno externo discurre medial a la vena.

■ ■ PIE

Anatomía del pie

Anatómicamente, el pie puede dividirse en tres regiones:

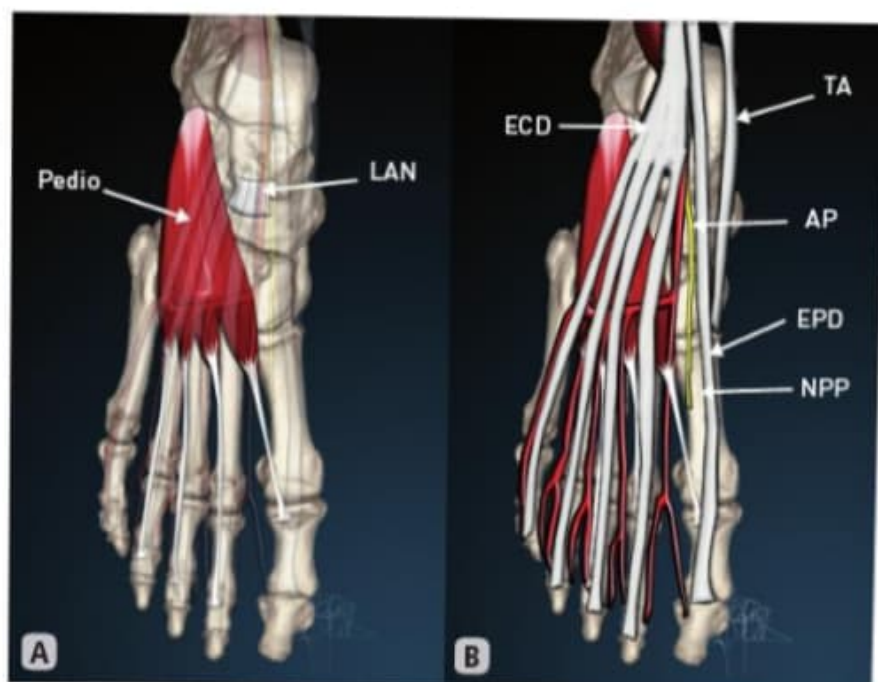
- Retropié: constituido por astrágalo y calcáneo.
- Mediopié: compuesto por el navicular, el cuboide y las tres cuñas.
- Antepié: formado por los metatarsianos y las falanges.

Para una mejor comprensión, resulta más sencillo dividir el pie entre cara dorsal y cara plantar.

En la cara dorsal se encuentran los tendones, ya descritos en la cara anterior del tobillo, que se dirigen a su inserción distal. El tibial anterior se inserta en la primera cuña y en la base del primer metatarsiano; el extensor largo del primer dedo, en la base de la falange distal; y el extensor largo de los dedos, en las bases de las falanges distales de los dedos segundo, tercero, cuarto y quinto (**Fig. 11-25 B**).

El único músculo presente en esta cara es el pedio (**Fig. 11-25 A**), formado por la unión del extensor corto de los dedos y el extensor corto del primer dedo. Se trata de un músculo corto, grueso en su parte posterior y aplastado, dividido en cuatro tendones en su parte más anterior. Discurre profundo a los tendones de los extensores largos de los dedos. Se dirige desde el calcáneo lateral y anterior hasta las bases de las falanges medias de los dedos primero, segundo, tercero y cuarto.

Figura 11-25. Dibujo anatómico de la cara dorsal del pie. **A)** Estructuras profundas. **B)** Estructuras superficiales. LAN: ligamento astrágalo navicular; ECD: extensor común de los dedos; TA: tibial anterior; AP: arteria pedia; EPD: extensor del primer dedo; NPP: nervio peroneo profundo.



La arteria pedia es una continuación del trayecto de la arteria tibial anterior y, junto al nervio peroneo profundo, discurre entre el extensor de los dedos y el extensor largo del primer dedo.

En esta región existen multitud de ligamentos, debido a la gran cantidad de articulaciones. Son de especial interés el ligamento astragalonavicular, en la zona superior (**Fig. 11-25 A**), y el ligamento *spring*, en la cara medial, que corresponde al ligamento calcáneo navicular plantar (v. **Fig. 11-16**). Se trata de un potente ligamento que interviene de manera importante en el mantenimiento de la estática sagital del pie.

Finalmente, la bandeleta extensora de los dedos es una expansión tendinosa triangular que cubre la articulación metatarsofalángica hasta la falange distal. Durante el apoyo metatarsal, protege de la hiperextensión a esta articulación y de la flexión a las articulaciones interfalángicas proximales.

La cara plantar presenta una variada musculatura, lo que hace compleja su valoración. Para una mejor comprensión se divide en cinco capas, de superficial a profunda.

En la primera capa, la más superficial, se encuentra la fascia plantar, que se dirige desde el tubérculo interno del calcáneo a las

bases de la falange proximal de todos los dedos (**Fig. 11-26 A**).

En la segunda capa se disponen los músculos abductor del primer dedo medialmente, el abductor del quinto dedo en la zona más externa y el flexor corto de los dedos situado entre ambos (**Fig. 11-26 B**).

En la tercera capa, la intermedia superficial, pueden observarse los tendones del flexor largo del primer dedo y el flexor común de los dedos. En cuanto a los músculos, destacan el cuadrado plantar y los lumbricales (**Fig. 11-26 C**).

En la cuarta capa, las únicas estructuras destacables son los músculos flexor corto del primer dedo, aductor del dedo gordo (con sus dos porciones, transversal y oblicua) y flexor corto del quinto dedo (**Fig. 11-26 D**).

Finalmente, en la quinta capa (la más profunda) se observan los músculos interóseos dorsales y plantares, el tendón del tibial posterior, el tendón del peroneo lateral largo y los ligamentos plantares largo y corto (**Fig. 11-26 E**).

Sistemática exploratoria y ecoanatomía del pie

Se centrará la exploración ecográfica en las estructuras más relevantes.



Figura 11-26. Dibujo anatómico de la cara plantar del pie. A) Capa superficial. B) Segunda capa. C) Tercera capa. D) Cuarta capa. E) Quinta capa. FP: fascia plantar; FCD: flexor corto de los dedos; AOD: abductor del quinto dedo; APD: abductor del primer dedo; LUM: lumbricales; CP: cuadrado plantar; FLPD: flexor largo del primer dedo; FLD: flexor largo de los dedos; ADPDT: aductor del primer dedo, porción transversal; ADPDO: aductor del primer dedo, porción oblicua; FCPD: flexor corto del primer dedo; IO: interóseos; TPL: tendón del peroneo largo; LPL: ligamento plantar largo; TP: tibial posterior.

Cara dorsal

Posición exploratoria

Se coloca al paciente, igual que al explorar la cara anterior del tobillo, sentado, con la rodilla flexionada y el pie apoyado en la camilla por la planta del pie (v. **Fig. 11-6**). Según la zona a valorar, se solicita al paciente una rotación interna o externa de la pierna.

Desplazando la sonda en el eje longitudinal, se pueden valorar con gran precisión las corticales dorsales de los huesos del pie, gracias a su localización superficial (**Fig. 11-27**).

Desde la posición exploratoria de la articulación tibioastragalina, se desplaza distalmente la sonda por encima del tendón extensor largo del primer dedo. Puede apreciarse una banda gruesa y fibrilar entre astrágalo y



Figura 11-27. Imagen ecográfica reconstruida de los huesos del pie en el eje largo, desde su cara dorsal. Escaf: escafoide; Fal: falange.

Figura 11-28. Imagen ecográfica del ligamento astragaloescaploideo (→). Izquierda: posición de la sonda.



escafoides; esta estructura es el ligamento astragaloescaploideo (**Fig. 11-28**).

El músculo pedio es el único de la zona dorsal del pie. Está formado por el extensor corto de los dedos y el extensor corto del primer dedo. Se sitúa profundo a los tendones extensores largos de los dedos (**Figs. 11-25 A y 11-29**).



Para el estudio de la cara dorsal del pie, al igual que para el estudio de otras articulaciones con bordes óseos irregulares, es muy importante la utilización de abundante gel conductor para suplir la falta de acoplamiento de la sonda.

- Decúbito prono y con el pie en el borde de la camilla (**Fig. 11-30 A**).
- Decúbito prono y con la rodilla en flexión de 90° (**Fig. 11-30 B**).
- Decúbito supino y pierna estirada con el talón apoyado en la camilla (**Fig. 11-30 C**).

Por regla general, se comienza en decúbito prono y, en caso de precisar maniobras dinámicas, se procede a flexionar la rodilla 90°.



Debido al importante grosor de la piel de la planta del pie, se recomienda ajustar bien los parámetros: disminuir la frecuencia de la sonda y aumentar la ganancia.

Cara plantar

Posición exploratoria

La cara plantar del pie puede explorarse en tres posiciones:

La piel de la planta del pie es de ocho a diez veces más gruesa que la del dorso. Recubre una zona de panículo adiposo de características específicas, que forma celdas para una mejor amortiguación durante la pisada.



Figura 11-29. Imagen ecográfica panorámica en eje largo. Se observa el músculo pedio (P). Izquierda: posición de la sonda.



Figura 11-30. Posiciones para la exploración ecográfica del pie. A) Decúbito prono, rodilla estirada. B) Decúbito prono, rodilla flexionada 90°. C) Decúbito supino.

En ecografía se observa la piel como una gruesa línea hiperecoica, y la almohadilla grasa como una zona heterogénea, hipoeoica y con tabiques hiperecoicos que forman las celdas de tejido adiposo, de un grosor medio de unos 18 mm (**Fig. 11-31**).

Un poco más profundo se encuentra la fascia plantar. Es un engrosamiento de la fascia superficial que actúa como sostén de los arcos longitudinales del pie. Está formada por tres partes:

- Central: es la más desarrollada. Se origina en el tubérculo calcáneo y va adelgazando a medida que se aproxima a los dedos, adoptando una forma de abanico con cinco bandas que se insertan en cada una de las bases de las falanges proximales.

- Interna: es delgada y cubre el músculo abductor del dedo gordo, mezclándose con su fascia.
- Externa: es también delgada y cubre el abductor del quinto dedo. Se inserta en la base del quinto metatarsiano.

Ecográficamente se ve como una estructura de forma fibrilar, semejante a un tendón. En la zona de origen, no debe tener más de 4 mm de grosor; a partir de esa medida se considera patológica. En el estudio ecográfico de la fascia plantar debe seguirse hasta, como mínimo, su tercio medio, ya que la mayoría de las patologías se asientan sobre todo en el tercio proximal y en el tercio medio (**Fig. 11-32**).

El tendón del peroneo lateral largo entra en la planta del pie por la zona inferolateral

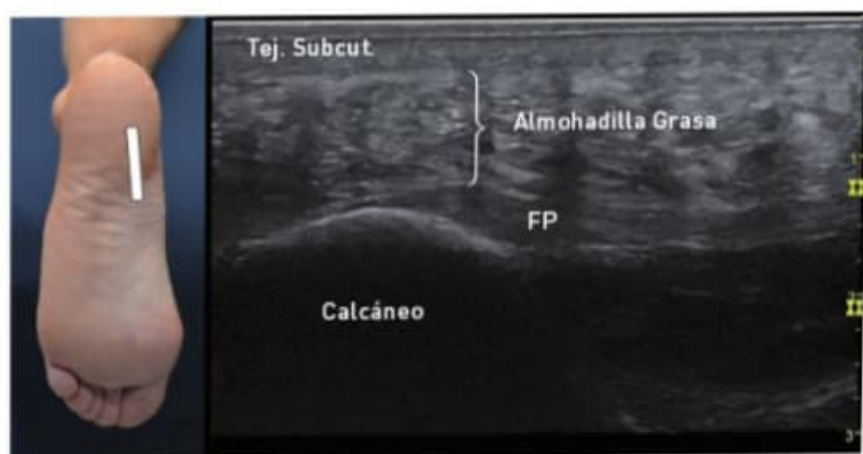
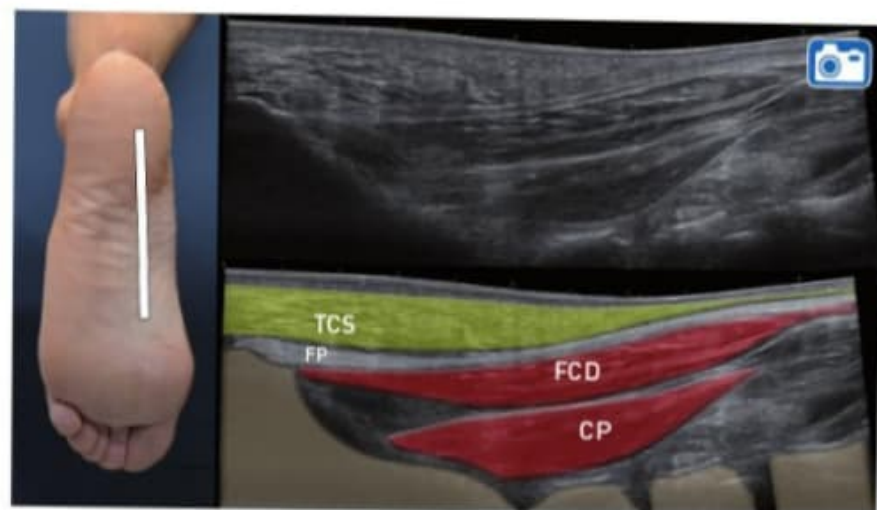


Figura 11-31. Imagen ecográfica en eje largo donde se observan el tejido subcutáneo y la estructura de la almohadilla grasa plantar. FP: fascia plantar.

Figura 11-32. Imagen panorámica de la fascia plantar. TCS: tejido celular subcutáneo; FP: fascia plantar; FCD: flexor corto de los dedos, CP: cuadrado plantar. **Izquierda:** marca del desplazamiento de la sonda.



✓ En la zona de origen de la fascia plantar en el calcáneo, las fibras se curvan y pueden verse hipoeoicas por efecto de la anisotropía. Hay que tener cuidado de no confundirla con una zona patológica. Inclinando un poco el transductor o extendiendo pasivamente los dedos para estirar la fascia, puede corregirse este efecto.

😊 Si el estudio ecográfico de la fascia plantar se realiza con el paciente en decúbito prono y la rodilla en flexión, podemos tensar y destensar la fascia plantar con nuestro antebrazo para evitar la anisotropía.

del cuboides (v. **Fig. 11-26 E**), y se dirige oblicuamente hasta su inserción en la cuña

medial y la cabeza del primer metatarsiano. Se explora, siguiendo en corte longitudinal, desde la cara lateral del tobillo hasta su paso a la planta del pie (**Fig. 11-33**).

La articulación metatarsofalángica del primer dedo difiere de las del resto de los dedos, por la presencia de dos huesos supernumerarios o sesamoideos que se encuentran a ambos lados de la cabeza del metatarsiano. En profundidad están unidos por el ligamento intersesamoideo, y superficialmente por el ligamento superficial, formando un túnel por el que pasa el tendón flexor largo del primer dedo.

En ecografía se explora en corte transversal, a la altura del metatarsiano, realizando barridos en sentido proximal y distal hasta visualizar ambos sesamoideos (**Fig. 11-34**).

Figura 11-33. Imagen ecográfica del recorrido plantar del tendón peroneo lateral largo [→]. **Izquierda:** posición de la sonda.



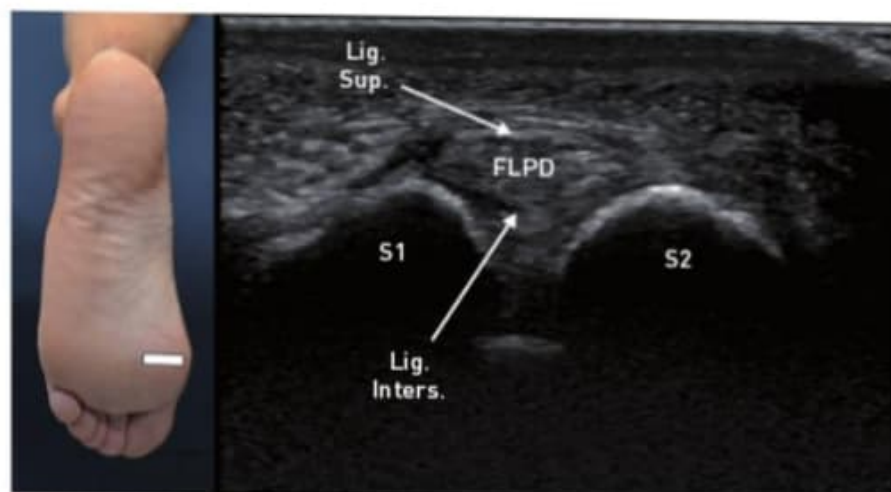


Figura 11-34. Imagen ecográfica en eje corto de la articulación metatarsofalángica del primer dedo del pie. Se observa el tendón del flexor largo del primer dedo (FLPD) entre los dos sesamoides (S1 y S2). Lig. Sup.: ligamento superficial; Lig. Inters.: ligamento inter-sesamoideo. Izquierda: posición de la sonda.

RESUMEN



- En contra de la opinión de mucha gente, la ecografía es muy útil en el estudio de tobillo y pie. Si bien las contusiones óseas y las lesiones osteocondrales no son visibles con esta técnica, los ligamentos laterales más frecuentemente lesionados, los tendones y las fascias, se pueden estudiar de una manera fiable. También se pueden observar derrames intraarticulares, relieves óseos y las pequeñas articulaciones que conforman esta compleja y extraordinaria estructura.
- Las lesiones del Aquiles en la cara posterior del tobillo o de la fascia plantar en el pie son muy habituales, tanto en deportistas como en gente de edad, así como las metatarsalgias y el neuroma de Morton. Tampoco debemos olvidar las fracturas de estrés o por sobrecarga, habituales en tibia y metatarsianos.
- Se puede también cuantificar el grado de lesión en los esguinces laterales de tobillo y optar, de esta manera, por el tratamiento más indicado, además de establecer un pronóstico con mayor exactitud.
- También son de gran utilidad las maniobras dinámicas de estrés articular, flexoextensión e inversión-eversión del tobillo buscando bostezos, arrancamientos, *snappings* peroneales, etc. En el clásico signo de Mulder en busca de la extrusión del neuroma a través del ligamento intermetatarsiano, la ecografía nos permitirá visualizar dicho fenómeno además de sentir su chasquido.
- Por éste y otros motivos, se aconseja al lector que preste atención a este capítulo, pues estamos seguros de que lo rentabilizará con rapidez en su consulta diaria.

MATERIAL COMPLEMENTARIO



- **Videos 11-7 y 11-8:** Eje corto y posteriormente largo sobre los tendones del tibial anterior, extensor del primer dedo y extensor común de los dedos.
- **Videos 11-10, 11-21 y 11-22:** Ligamentos de la cara externa del tobillo, LLE, PAA, ligamento tibioperoneo anterior y PC.
- **Video 11-14:** Recorrido del tendón del tibial posterior desde el maléolo interno hasta su inserción en escafoides
- **Video 11-15:** Estructuras posteriores del tobillo, tendón de Aquiles longitudinal y flexor del 1^{er} dedo moviéndose debajo del sóleo.
- **Video 11-20:** Recorrido de los tendones peroneos desde pierna hasta la inserción del peroneo corto en base del 5^o meta.
- **Video 11-32:** Fascia plantar, tanto en eje longitudinal como en eje corto, hasta su inserción distal en base de falanges proximales de los dedos.

■ ■ INTRODUCCIÓN

En este capítulo se van a tratar, de forma general, los conceptos básicos del estudio de la patología musculoesquelética mediante ultrasonidos.

Se comienza con la patología tendinosa, por ser la más frecuente del sistema musculoesquelético, para seguir con la patología muscular, también causante de gran número de consultas en atención primaria. A continuación se verá un esbozo del estudio capsuloligamentoso articular y de las bursas, para acabar con los vasos y nervios.

■ ■ ESTUDIO ECOGRÁFICO DE LA PATOLOGÍA TENDINOSA

El estudio ecográfico del tendón es muy sencillo y altamente satisfactorio para el médico que lo realiza. Las imágenes ecográficas en patología tendinosa ofrecen altas sensibilidad y especificidad, dadas las características ecoestructurales de este tejido. Se debe observar el grosor del tendón en los distintos cortes, midiéndolo, así como su anchura; no es necesaria su longitud, a menos que se quieran hacer estudios antropométricos. A continuación se comprueban su homogeneidad, la ecoestructura y el estado de las cubiertas. Por último, con el Doppler color y el *power* Doppler, se valora su vascularización.

Los tendones tienen un grosor constante en sus medidas respecto al contralateral, y generalmente dentro de la misma raza, aunque puede haber algunas variaciones, dependiendo del tamaño del individuo. Por ello, aunque no es imprescindible, conviene tener

una idea del grosor normal de los tendones que se afectan más frecuentemente (Aquiles, tendones epicondileos del codo, supraespinoso, rotuliano) y, en caso de duda, comparar con el lado contralateral.



Comparar el grosor de los tendones con el lado contralateral puede ser de utilidad en caso de dudas. Hay que prestar atención, no sea que el contralateral también esté engrosado patológicamente.

La patología tendinosa se puede dividir en:

- Roturas: interrupción de la continuidad de las fibras tendinosas. Pueden ser parciales o totales (de grosor completo).
- Tendinosis o tendinopatías: afectación degenerativa del tendón, habitualmente (pero de forma errónea) conocidas como tendinitis. Los estudios histopatológicos actuales hablan de ausencia de células inflamatorias, por lo que se tiende a desear el término.
- Paratendinitis: se trata de la inflamación de las cubiertas tendinosas. En el caso de tendones con vaina sinovial, se definiría como tenosinovitis; y en el caso de los tendones con peritendón, de peritendinitis.

Roturas

Suponen una interrupción de la fibrillaridad normal de los tendones; las roturas más frecuentes son las de grosor parcial. Se observa un defecto, generalmente hipoecoico o anecoico, en la estructura fibrilar, de diferentes



Figura 12-1. Imagen correspondiente al corte longitudinal de un tendón Aquileo con engrosamiento hipoeico focalizado en zona profunda (→), indicativo de rotura parcial.

características según el tendón afectado. En los tendones de aspecto longitudinal, se observará un engrosamiento hipoeico difuso, a veces indistinguible de la imagen de la tendinopatía crónica, orientando hacia la causa la forma de inicio de la lesión, que el paciente relata como súbita y asociada a un chasquido. Incluso en la resonancia magnética (RMN), es muy difícil distinguir este tipo de roturas de las tendinosis (**Fig. 12-1**).

Las roturas totales o de grosor completo son de fácil diagnóstico clínico y ecográfico. Se observa la pérdida global de la fibrilaridad tendinosa, con ambos márgenes del tendón flácidos y cierta retracción, según la zona anatómica de la que se trate. Es frecuente ver un hematoma en la zona de la rotura y artefactos de sombra tangencial o de ángulo crítico, en ocasiones signo patognomónico de la rotura completa. Observaremos los muñones y el *gap* producido. El tendón se

encuentra hipoeico, engrosado y totalmente desestructurado (**Fig. 12-2**).



En tendones que no siguen un curso rectilíneo, es frecuente que presenten anisotropía, sobre todo en las inserciones, y que ello nos conduzca a diagnósticos erróneos de tendinopatía.

Tendinosis

Como se ha comentado previamente, en ocasiones es muy difícil distinguir una tendinosis de una rotura parcial con la ecografía, y más aún cuando una suele llevar a la otra. Las tendinosis se suelen producir, generalmente, por lo que se conoce como «lesiones por sobreuso». Son de comienzo insidioso, crónico; el paciente no sabe muy bien cuándo y cómo empezó el dolor, y tienen mala evo-

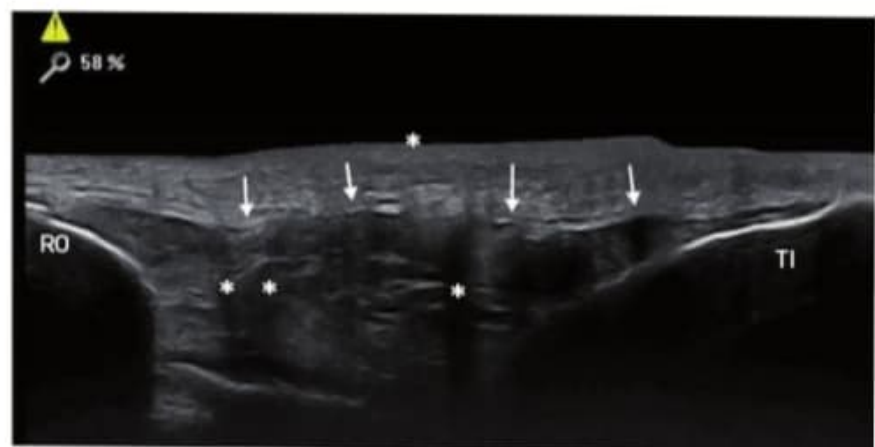


Figura 12-2. Imagen de rotura de grosor completo del tendón rotuliano con ausencia de continuidad de fibras tendinosas. Se observa el tendón des-tensado (→), con artefactos de sombra tangencial (*).

Figura 12-3. Imagen en corte longitudinal del tendón conjunto extensor (→) del codo, que presenta signos de tendinosis característicos de la epicondilopatía lateral. Tendón (+) con alteraciones corticales (cabeza de flecha ▶). EPI: epicóndilo lateral; Cab. Rad.: cabeza del radio.



lución, ya que pueden abocar, con el tiempo, en una rotura parcial o completa. El tendón se encuentra engrosado e hipoecoico, con mala definición del clásico patrón fibrilar tendinoso (Fig. 12-3).

Tenosinovitis

La tenosinovitis se diagnostica identificando líquido en el interior de la vaina tendinosa. Este líquido, de características anecoicas, rodea al tendón, dando la clásica imagen en el corte transversal de halo u «ojo de buho» (Fig. 12-4). Es frecuente observar el mesotendón rodeado del líquido. Según el origen y tiempo de evolución de la tenosinovitis, el líquido puede contener ecos en su interior, que no son de características anecoicas puras. El Doppler color será un buen complemento

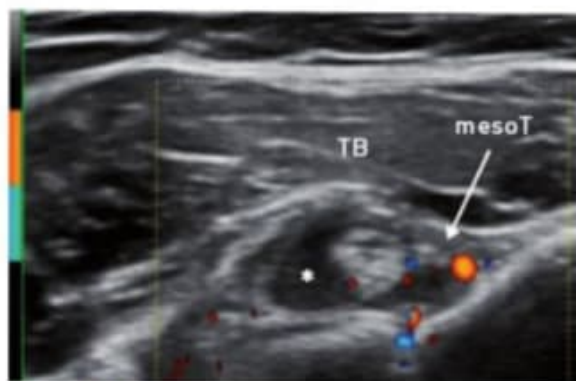


Figura 12-4. Imagen en corte transversal de la corredera bicipital donde se muestra el tendón del bíceps rodeado de líquido (*), con visualización del mesotendón (→) y captación con el Doppler color en la vaina sinovial.

para valorar infección o grado de inflamación. En patología reumática, se puede observar proliferación del tejido sinovial.

Peritendinitis

También conocida como paratendinitis o peritendinitis, es la inflamación focal o difusa del peritendón en tendones sin vaina sinovial. Puede verse una fina lámina líquida o un engrosamiento ecoico del tejido. El tendón puede no encontrarse afectado y ser una lesión aislada de la cubierta tendinosa, aunque es posible que coexista patología de tipo tendinosis. Es típica en el Aquiles, y se forma por hipertrofia crónica del tejido conectivo y edema (Fig. 12-5).

■ PATOLOGÍA MUSCULAR

Las lesiones musculotendinosas suelen afectar a músculos que cruzan dos articulaciones, con alto porcentaje de fibras rápidas tipo II y frecuente actividad excéntrica. La ecografía debe ser la primera exploración a realizar, pero hay que recordar que pequeñas roturas, sobrecargas o síndromes de DOMS (*delayed onset muscle soreness*, dolor muscular tardío) pasan desapercibidos con esta técnica y son visibles por resonancia magnética. Más que excluyentes, la ecografía y la RMN deben ser consideradas técnicas complementarias. La primera tiene la ventaja de ser dinámica y permitir la punción evacuadora de un hematoma, y la segunda de ser más sensible para detectar edema.



Figura 12-5. A) Imagen en corte longitudinal del tendón aquileo donde se observa un engrosamiento focal de la cubierta peritendinosa. B) Imagen en corte transversal donde se observa engrosamiento de la cubierta peritendinosa del tendón, con aumento de captación con el *power Doppler* que indica inflamación. TA: tendón de Aquiles; PT: peritendinitis.

Lesión muscular subaguda

El síndrome de DOMS (*delayed onset muscle soreness*), coloquialmente conocido como agujetas, no es visible por ecografía. Sólo en casos graves, en los que ya se puede hablar

de rhabdmiólisis, la ecografía muestra evidencia de lesión.

Lesión muscular aguda

Lesión muscular por mecanismo directo (contusión muscular)

Por la exploración clínica, se definen tres grados de lesión muscular:

- Grado I: la movilidad de la articulación más próxima es completa
- Grado II: la movilidad de la articulación presenta una restricción menor del 50% de su rango completo (**Fig. 12-6**).
- Grado III: la movilidad de la articulación presenta una restricción mayor del 50% de su rango completo. La ecografía muestra edema ecoico, hemorragia y en ocasiones hematoma, que evoluciona de forma distinta en el tiempo.

Lesiones musculares por mecanismo indirecto

Por «mecanismo indirecto» se conoce la llamada distensión o ruptura muscular. Histológicamente, se demuestra una disrupción de fibras junto a la unión musculotendinosa. Los músculos más afectados son el recto femoral, los isquiosurales, los aductores y la cabeza medial del gemelo.

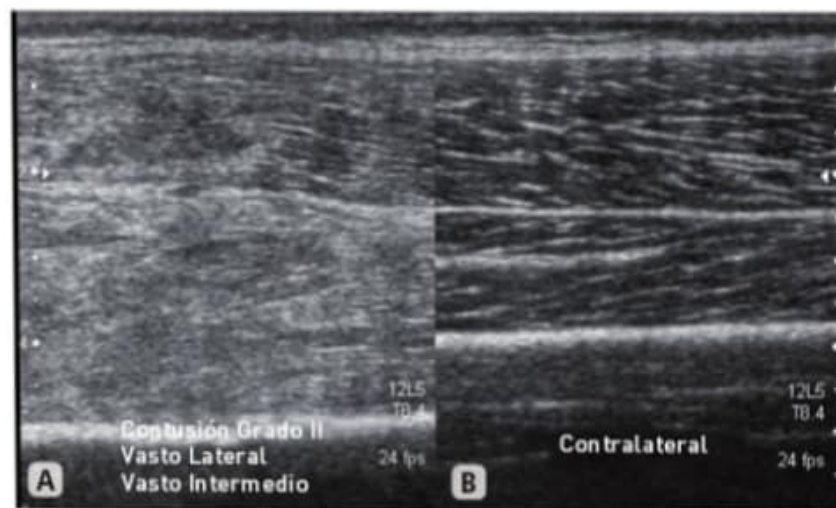


Figura 12-6. Cara lateral del muslo. Estudio ecográfico bilateral y longitudinal por contusión de grado II. A) Desestructuración hiperecoica muscular difusa, con aumento del volumen muscular. El paciente era capaz de flexionar más de 90° la rodilla, por lo que la contusión se consideró de grado II. B) Imagen contralateral.

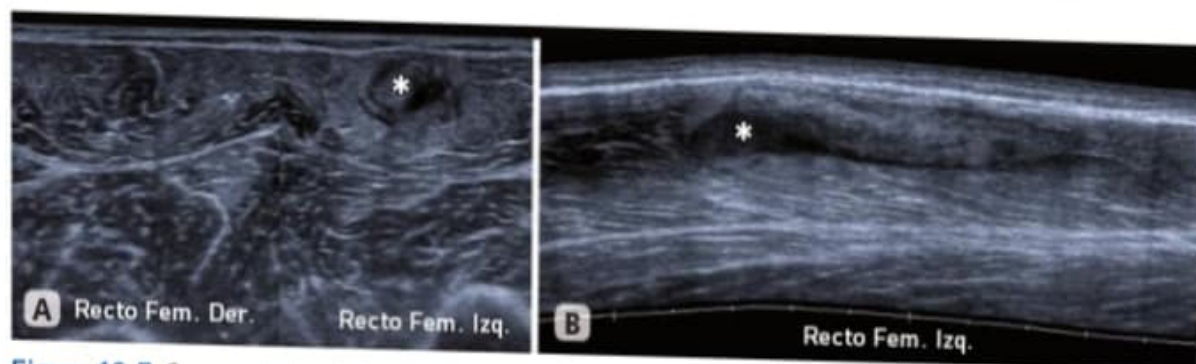


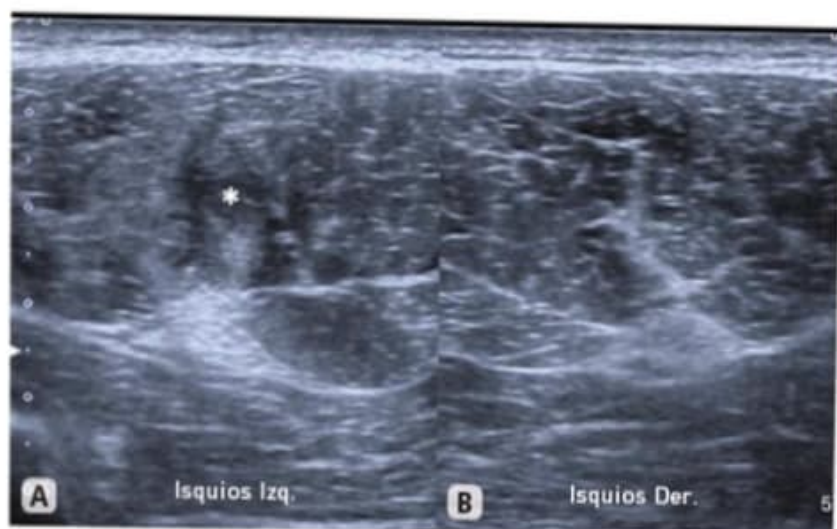
Figura 12-7. Cara anterior del muslo. A) Estudio ecográfico bilateral y transversal. B) Estudio panorámico longitudinal. Lesión del recto femoral a la altura del tendón central. En ellas observamos defecto fibrilar, hiperecogenicidad y aumento del volumen muscular alrededor del tendón afectado (*).



Figura 12-8. Cara anterior del muslo. A) Estudio panorámico longitudinal. B) Estudio ecográfico transversal. Lesión del recto femoral en la fascia posterior. Defecto y hematoma miofascial entre el recto femoral y el vasto intermedio. RF: recto femoral; (*): hematoma.

- Recto femoral: típica de golpear un balón. Las lesiones miotendinosas más frecuentes son las del tendón central (Fig. 12-7). Otra lesión frecuente es la que afecta a la fascia posterior, y suelen ir acompañadas de un mayor muñón muscular (Fig. 12-8).
- Isquiosurales: se producen durante la carrera explosiva. El paciente nota un dolor agudo (-tirón-). La rotura parcial del bíceps que afecta al tendón común es, con diferencia, la lesión más frecuente (Fig. 12-9). Otra lesión frecuente es la que se sitúa

Figura 12-9. Cara posterior del muslo. Estudio ecográfico bilateral y transversal. A) Lesión muscular que afecta al bíceps femoral a la altura del tendón común (*). En ella observamos heteroecogenicidad y aumento del volumen muscular a su alrededor, además de un defecto hipoecoico en la zona correspondiente al tendón común lesionado. B) Imagen contralateral.



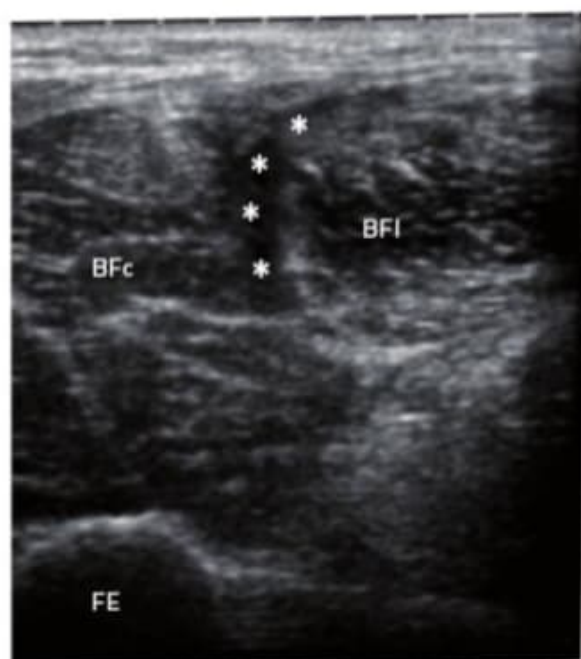


Figura 12-10. Lesión (*) en cremallera entre las cabezas corta y larga del bíceps femoral. BFc: cabeza corta del bíceps femoral; BFl: cabeza larga del bíceps femoral; FE: fémur.

entre la cabeza corta y la larga del bíceps femoral (lesión «en cremallera»), que en ocasiones es de gran dificultad diagnóstica (**Fig. 12-10**).

- **Aductor largo:** la lesión puede situarse en la unión tendoperióstica o en la musculotendinosa. La primera es muy frecuente y consiste en una entesopatía del aductor largo, entidad que se ha asociado a la osteopatía de pubis (**Fig. 12-11**).

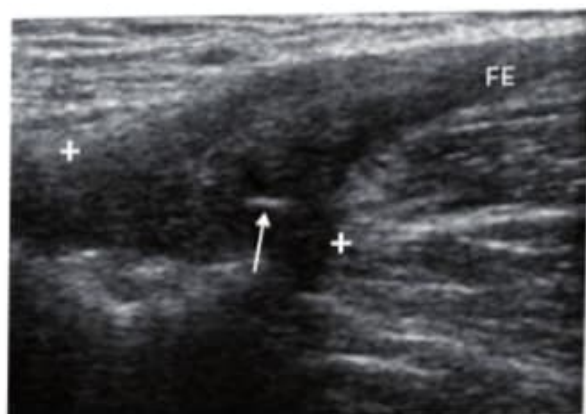


Figura 12-11. Inserción de los aductores en la sínfisis pubiana. Osteopatía dinámica del pubis. Se observa una irregularidad ósea, que se traduce en pequeños arrancamientos periósticos con microcalcificaciones intratendinosas (→) y un engrosamiento de la inserción del tendón del aductor largo (+).

Mediante ecografía con maniobra de Valsalva, conviene estudiar los canales inguinales para descartar lipoma herniario (*sports hernia*). En las lesiones musculotendinosas, el defecto se sitúa por debajo de la expansión aponeurótica, anterior a pocos centímetros de la inserción tendinosa en la sínfisis pubiana (**Fig. 12-12**).

- **Tennis leg:** por *tennis leg* se entiende la rotura-desinserción, total o parcial, de la cabeza larga del gemelo. Clínicamente, el paciente refiere el «síndrome de la pedrada». En ecografía, es muy importante que la exploración alcance el tercio más distal

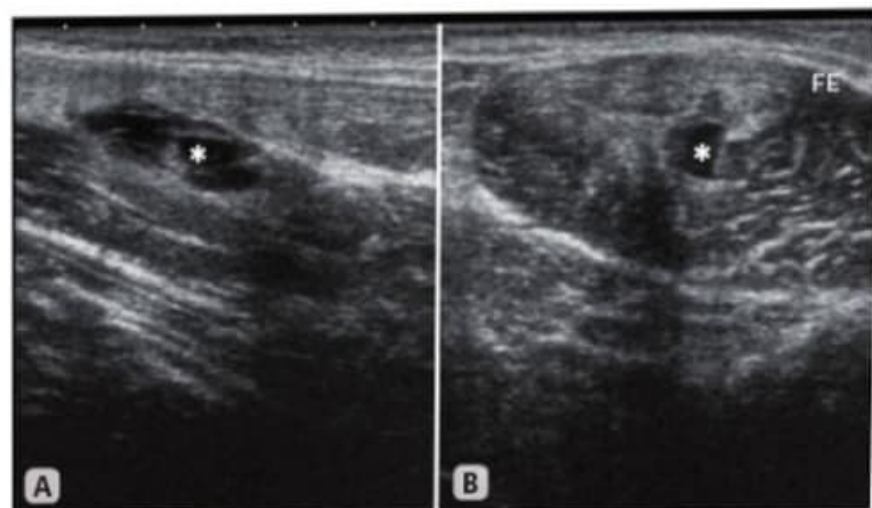


Figura 12-12. Estudio ecográfico en las caras medial y proximal del muslo. A) Corte longitudinal. B) Corte transversal. Lesión musculotendinosa del aductor largo. Se aprecia un defecto fibrilar, con mínima colección líquida e hipercogenicidad, que interesa el tendón del aductor largo (*).

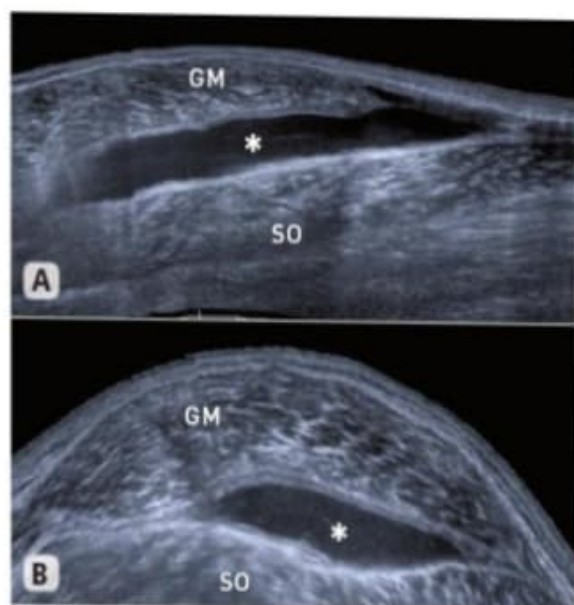


Figura 12-13. Estudio ecográfico en la cara medial de la pierna. A) Corte panorámico longitudinal. B) Corte panorámico transversal. Se objetiva un defecto miofascial que diseca el gemelo medial (GM) respecto del sóleo (SO) mediante un hematoma (*). La lesión llevaba tres semanas de evolución y ha iniciado la creación de una pared a su alrededor (hematoma enquistado).

y medial del gemelo medial, sin presionar mucho con la sonda, pues inicialmente la lesión puede consistir en una mínima colección líquida que aumentará en posteriores controles (Fig. 12-13).



Las lesiones musculares, si no son de entidad importante, no suelen manifestarse ecográficamente hasta que no han pasado 24-48 horas, por lo que se recomienda repetir la exploración pasado este tiempo.

■ PATOLOGÍA CAPSULO-LIGAMENTOSA Y BURSAS

Lesiones capsulares

La lesión más frecuente de las articulaciones suele ser la traumática, seguida de la reumatológica. La imagen que vamos a observar en las lesiones articulares es la de distensión capsular debida a la artritis traumática, cuya expresión ecográfica fundamental será

la colección líquida en la articulación. Ésta podrá ser serohemática o francamente hemática, variando su ecogenicidad según la formación de coágulos o infección (Fig. 12-14). El líquido se desplazará a los recesos y se adecuarán los movimientos exploratorios para hacerlo evidente.

Las roturas capsulares son muy raras; se observarán como una discontinuidad del tejido capsular normal.

Lesiones ligamentosas

Como se ha visto en el capítulo de imágenes elementales, los ligamentos tienen una composición muy similar a la de los tendones. La diferente composición (más tejido conectivo laxo y menor disposición fibrilar de las fibras) hace que la imagen ligamentosa no sea tan característica como la tendinosa en cuanto a fibrillaridad, pero ello no impide que hoy en día, gracias a la evolución de los equipos, se diagnostiquen incluso pequeñas lesiones.

Las lesiones ligamentosas se pueden clasificar en: roturas y lesiones crónicas. Las roturas, a su vez son de tipo parcial o total.

Roturas parciales

Se observa, en la mayoría de las ocasiones, un engrosamiento hipocogénico del liga-

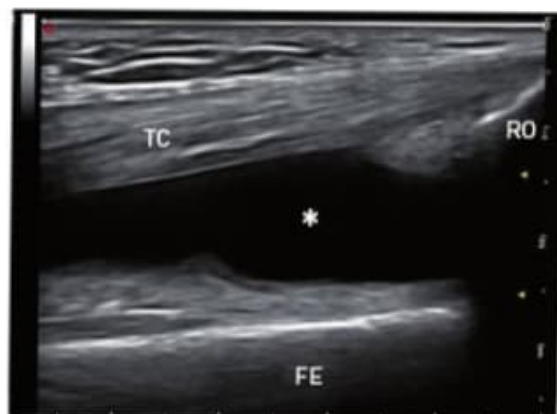


Figura 12-14. Imagen del receso subcuadricepsal, con moderado derrame anecoico (*) de características artríticas. RO: rótula; TC: tendón cuadricepsal; FE: fémur.

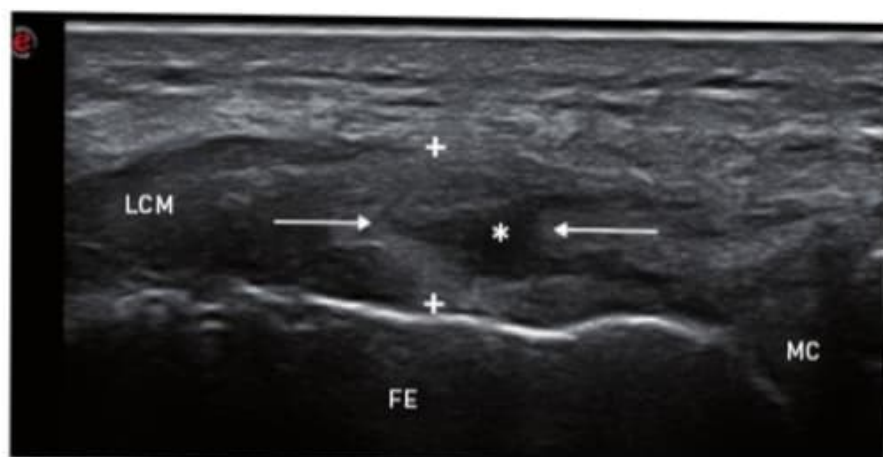


Figura 12-15. Imagen, en corte longitudinal, del ligamento colateral medial (LCM) de la rodilla, en la que se observa un engrosamiento hipoeicoico difuso con alteración focal de la ecogenicidad (*) en la zona de rotura. Ligamento LCM (+), rotura (→). FE: fémur; MC: menisco medial.

mento afectado, con cierto esbozo de la articulación en las maniobras de estrés (**Fig. 12-15**). También puede visualizarse un *gap*, o disrupción fibrilar parcial, que se visualiza como una imagen anecoica que no afecta a la totalidad del grosor ligamentoso. Ambos tipos de lesión se consideran roturas parciales, aunque en la primera no se vea el *gap*, es una expresión de lesión ligamentosa por distensión con rotura fibrilar microscópica. El concepto es similar al observado en las lesiones tendinosas, con la diferencia de que en las ligamentosas no hay degeneración previa.

Roturas totales

Son de diagnóstico más fácil, tanto clínica como ecográficamente. En estos casos, la disrupción ligamentosa es total, afecta a todo el grosor del ligamento y sus extremos se presentan engrosados, hipoeicoicos y desestructurados. Los muñones se visualizan

destensados e incurvados o retraídos, inmersos en una matriz hipoeicoica heterogénea, reflejo del hematoma sufrido (**Fig. 12-16**).

En ocasiones el ligamento es tan potente que, en vez de sufrir una rotura, arranca la cortical o el periostio insercional. En estos casos, observaremos la imagen hipereicoica, de consistencia cálcica, unida al extremo ligamentario y desplazada de su origen óseo. En todas las lesiones ligamentosas son de utilidad el Doppler color o el *power*Doppler para valorar la vascularización y el proceso inflamatorio.

Las maniobras dinámicas de estrés en valgo o varo son muy útiles para valorar el bostezo articular y la integridad ligamentosa, pudiendo hacer patentes lesiones que en reposo, por aposición de los fragmentos, pasarían desapercibidas. Estas maniobras también pueden ayudar en la exploración de los tendones.

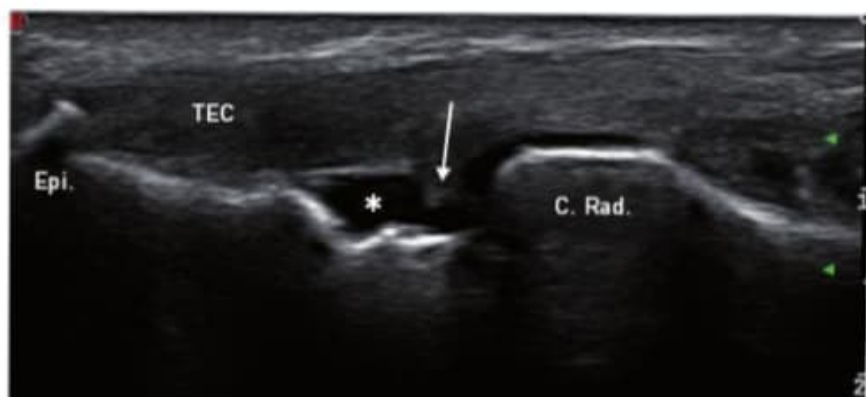


Figura 12-16. Imagen del ligamento colateral radial del codo con rotura total. Se observa el ligamento con disrupción completa de las fibras (→) y hematoma (*). C. Rad.: cabeza del radio; Epi.: epicóndilo lateral; TEC: tendón extensor común.

Figura 12-17. Calcificación intraligamentaria en la banda anterior del ligamento colateral medial del codo [LCM], como secuela de una antigua rotura insercional. Calcificación (→). Ligamento (+).



Lesiones crónicas

Es frecuente ver lesiones antiguas en ligamentos que han sufrido roturas o distensiones. Al margen de observar aumentos de grosor persistentes o heteroecogenicidad por las fibrosis y procesos reparativos cicatriciales, no es infrecuente apreciar calcificaciones intraligamentosas, indicativas de secuela crónica por calcificación distrófica (Fig. 12-17).

Bursitis

Ya se ha visto en los distintos capítulos cómo las bursas generalmente, en condiciones normales, no se ven y son espacios prácticamente virtuales. Sólo la infrapatelar distal profunda y la retrocalcánea son visibles en condiciones de normalidad sin que implique patología. La subacromial también se suele ver, al ser de mayor grosor sus paredes (según los individuos). En todos estos casos, es necesario hacer un control contralateral y evaluar con el Doppler color.

En el caso de existir una bursitis, se observará la bursa distendida, con contenido interno y aumento de grosor de la pared. El contenido dependerá de la etiología que origine la lesión, bien traumática o reumatológica, siendo entonces la ecogenicidad interna diferente. En las bursitis traumáticas agudas el líquido es anecoico, muy poco denso, de tipo seroso o serohemático, en ocasiones con imágenes de sedimentación hemática. Las vellosidades sinoviales aparecen engrosadas,

fácilmente visualizables y presentan captación con el Doppler color (Fig. 12-18).

En las bursitis de origen reumatológico, el contenido y las paredes presentan diferentes ecogenicidades según la causa (ácido urico, artritis reumatoidea, calcinosis, etc.). En el caso de hallarse infectada la bursa, a los signos ecográficos inflamatorios se sumarán los signos infecciosos (material purulento, gran captación con el color de estructuras peribursales, adenopatías cercanas, artefactos de centelleo, etc.).

Lesiones cartilaginosas

Los cartilagos pueden ser de dos tipos: los que revisten superficies articulares (compues-

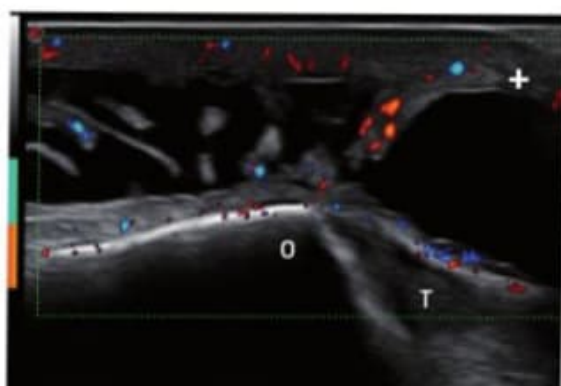


Figura 12-18. Imagen de bursitis olecraneana, con contenido líquido de características anecoicas, visualización de vellosidades sinoviales y captación con el Doppler color característico de la bursitis traumática aguda. O: olécranon; T: tendón del tríceps.

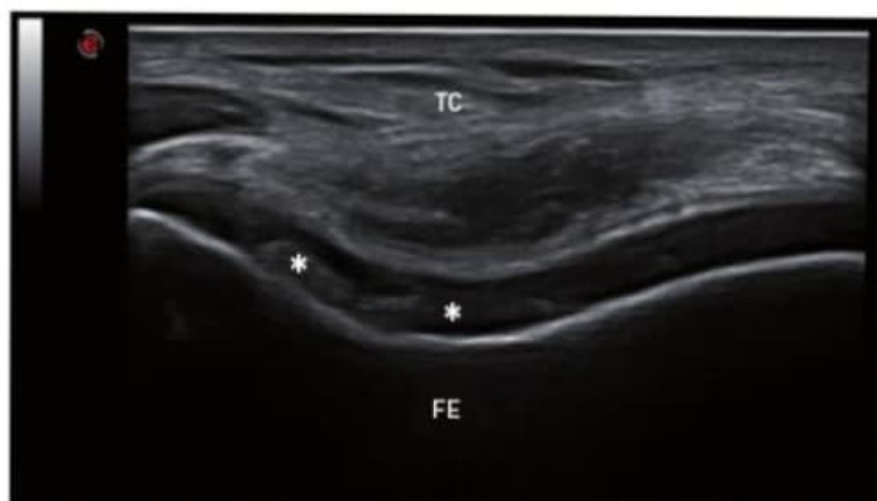


Figura 12-19. Cartilago de la tróclea femoral de características heterogéneas, con imágenes ecoicas de calcinosis (*). TC: tendón cuadriceps; FE: fémur.

tos de cartilago hialino rico en agua, con una matriz de colágeno y proteoglicanos, por lo que se visualizarán prácticamente anecoicos en la ecografía) y los fibrocartilagos (que actúan dando mayor congruencia articular y como transmisores de fuerza, evitando sobrecargas del cartilago articular). Estas estructuras contienen más tejido fibroso denso y muchas fibras de colágeno, lo cual hace su aspecto ecográfico más ecoico, como en los casos del fibrocartilago triangular de la muñeca, los rodetes glenoideos o los meniscos.

El minucioso estudio de los cartilagos articulares ha adquirido gran relevancia en reumatología. A pesar de encontrarse dentro de las cavidades articulares, con la dificultad de visionado que ello conlleva, se pueden valorar casi en su totalidad al realizar maniobras

de exposición. Diferente es el caso de los fibrocartilagos, los cuales sólo se ven de forma parcial. La ecografía no es una técnica adecuada para su valoración, aunque sí es cierto que se puede observar, en ocasiones, patología muy evidente.

Las alteraciones del cartilago articular se evidencian por cambios de grosor, morfología y ecogenicidad. De esta forma, podemos observar auténticos defectos en su morfología estructural, o depósitos de calcio o uratos en su interior que lo vuelven heterogéneo y más ecogénico (**Fig. 12-19**).

Las alteraciones de los fibrocartilagos están condicionadas, fundamentalmente, por los procesos osteoartíticos, y pueden observarse quistes, extrusiones, fisuras, cambios en su ecogenicidad o claras fracturas con desplazamiento (**Fig. 12-20**).

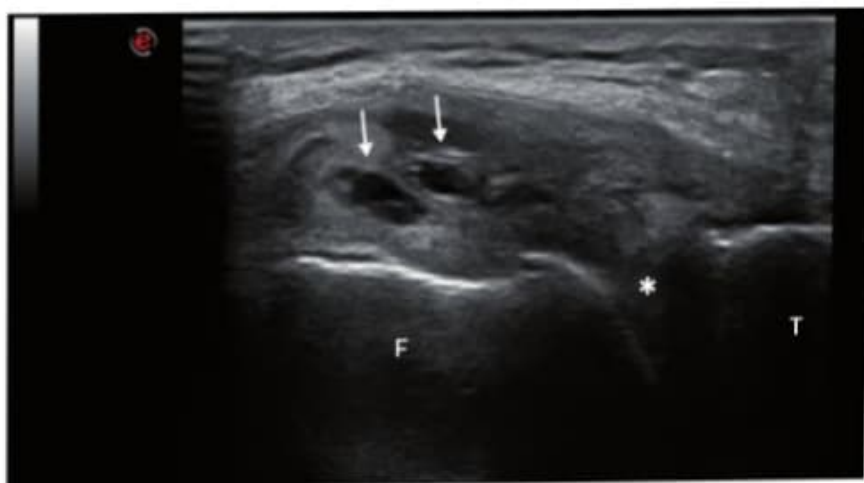
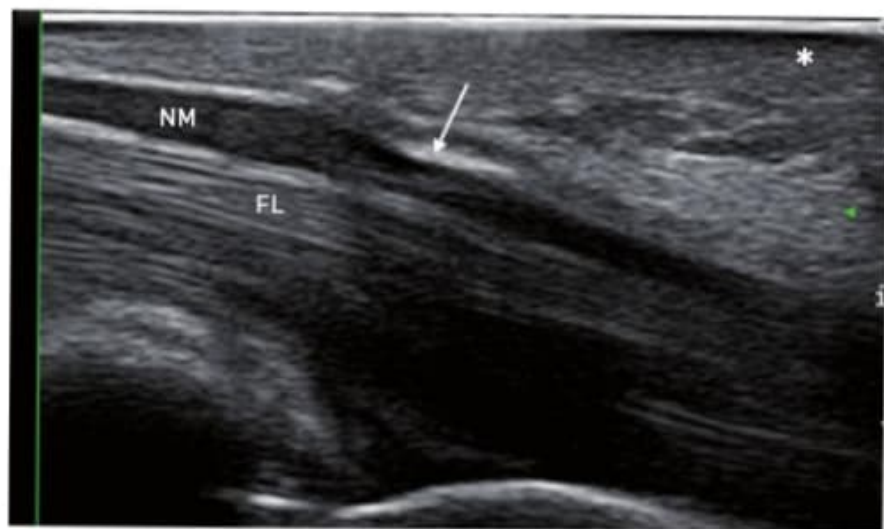


Figura 12-20. Imagen del menisco interno de la rodilla, con alteración en su morfología (*) y quistes (→). F: fémur; T: tibia.

Figura 12-21. Síndrome del túnel del carpo. Visualización del nervio mediano con la clásica imagen en «huso» [→] o en «reloj de arena». FL: flexores; NM: nervio mediano.



■ PATOLOGÍA NEUROLÓGICA

Como se comentaba en los primeros capítulos, la estructura normal de los nervios es de tipo fascicular y se origina por la peculiar agrupación de los fascículos nerviosos que van a formar los nervios. Esto, unido a la falta de anisotropía, nos permite diferenciarlos de los tejidos adyacentes y, sobre todo, de los tendones. Según el tamaño del tronco nervioso y la profundidad, la ecoestructura variará en tamaño y forma, pero se mantendrá la clásica disposición fascicular. De esta forma, en los nervios de gran y mediano calibre, se observarán como una «mora» en corte transversal (es más difícil distinguir esta estructura en los de pequeño calibre con equipos de gama baja).

El nervio puede verse afectado de diferentes maneras: de forma traumática directa por laceración, incisión o contusión, bien de origen externo o interno (fracturas, material de osteosíntesis, etc.), o mediante un atrapamiento de origen crónico, bien por movimientos repetitivos o de origen degenerativo. En ocasiones, el atrapamiento puede ser agudo (en casos de crecimientos rápidos de quistes u otros tumores).

La imagen ecográfica que sugiere alteración neuropática es la pérdida de la fascicularidad y el engrosamiento hipoecoico de los nervios. En casos de afectación grave, se observa un incremento de la vascularización perineural e

intraneural con el Doppler color. El aumento de grosor suele ser previo a la zona de atrapamiento, e implica edema. Suele observarse una imagen en «huso» o en «reloj de arena», muy típica del atrapamiento del mediano en el túnel del carpo (**Fig. 12-21**).

Los neuromas de amputación son fácilmente rastreables si se conoce el trayecto del nervio; basta con seguirlo en su eje transversal. El neuroma de Morton también es fácilmente valorable con cierta experiencia. Los tumores neurológicos (fundamentalmente, schwannomas y neurinomas) son de fácil diagnóstico (**Fig. 12-22**).

En las lesiones traumáticas de los nervios, podremos valorar la extensión y gravedad de la lesión siguiendo la estructura nerviosa en los ejes longitudinal y transversal, y complementándolo con el estudio Doppler color.

■ PATOLOGÍA VASCULAR

Para estudiar la patología vascular con ecografía, hay que tener un buen conocimiento de la anatomía vascular. En sí misma, la ecografía de los vasos es sencilla y repetible en los distintos lugares del organismo, con alguna peculiaridad. Dado que los vasos son estructuras tubulares con pared y contenido anecoico, el esquema general de la fisiopatología es sencillo; hay que considerar en modo B el grosor de la pared, el contenido del vaso y si es compresible o pulsátil.

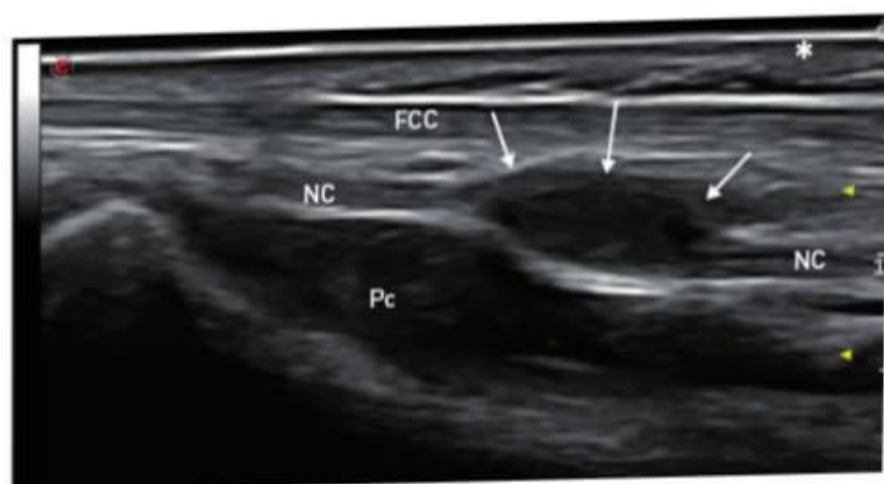


Figura 12-22. Tumoración de origen neurológico en el recorrido del nervio cubital. NC: nervio cubital; Pc: pronador cuadrado; FCC: flexor cubital del carpo, tumoración nerviosa [→].

Con el Doppler color, se debe observar el correcto llenado y la repleción del vaso para estudiar defectos de color que indiquen estenosis o placas. También se pueden evidenciar aneurismas y pseudoaneurismas.

El Doppler nos indica también direcciones de flujo; complementando el estudio con el Doppler espectral, podremos valorar numerosas cualidades del flujo (velocidad, áreas, volumen latido, gasto cardíaco, etc.) (Fig. 12-23).

■ PATOLOGÍA ÓSEA

El hueso es el órgano que mejor transmite el sonido a su través. Viaja a una velocidad

de 4.800 m/s, pero al ser tan denso detiene prácticamente todo el haz ultrasónico sin producir interfases reflectantes en su interior, por lo que detrás de él sólo se obtendrá ausencia de sonido. Es lo que se conoce como sombra acústica posterior, artefacto visto en el primer capítulo y que nos ayuda en el diagnóstico, al indicarnos la naturaleza de la estructura.

A pesar de este hándicap, la cortical ósea se observa con gran nitidez, con lo que es útil en el diagnóstico de fisuras y fracturas que pasan desapercibidas a la radiología convencional. Se muestra particularmente útil en fisuras de codo, carpo y costillas, que con frecuencia pasan inadvertidas a los

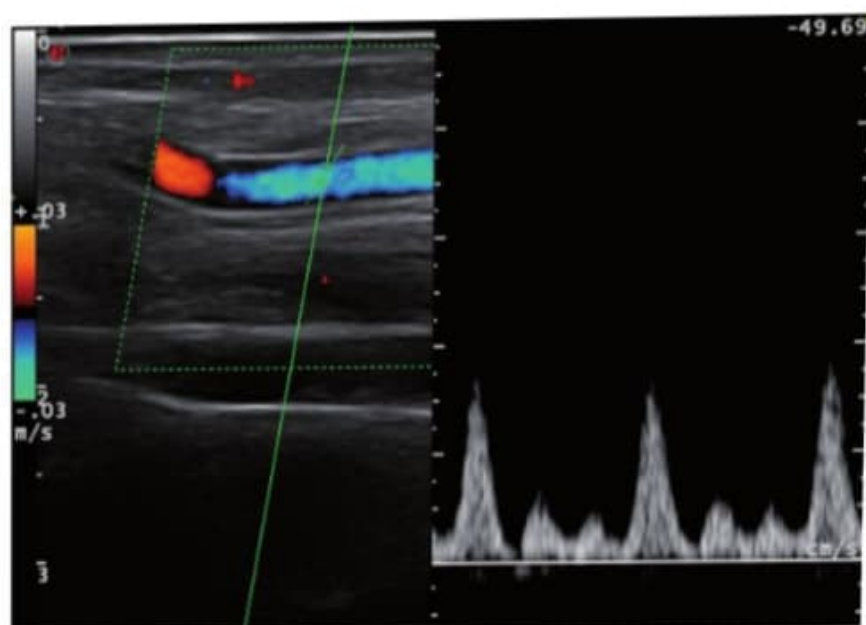


Figura 12-23. Imagen espectral de una onda de flujo sistodiastólico, representativa del comportamiento hemodinámico del flujo cardíaco dentro de un vaso arterial.

Figura 12-24. Imagen de la cortical ósea del radio (RA), visualizada como una imagen hiperecoica con sombra posterior que se ve interrumpida por una línea fractuaria (→).



rayos X por técnica inadecuada o por poca resolución (**Fig. 12-24**), y en fracturas de estrés.

La ecografía también nos permite apreciar la evolución de los callos de consolidación

para el seguimiento de la correcta evolución de las fracturas. Las pseudoartrosis, los procesos osteomielíticos, las compresiones por material de osteosíntesis, etc., pueden ser detectados en fases tempranas.

RESUMEN



- El objeto de este capítulo es introducir al lector en los diferentes tipos de lesión de una manera general. La ventaja de que las cualidades de transmisión del sonido en cada tejido ofrezca una imagen similar y peculiar de dicha estructura nos permite detectar una anomalía en la homogeneidad de su patrón. De esta forma, las lesiones tendinosas siempre serán características y repetibles, así como las musculares o las ligamentosas. Conocer los patrones normales de cada tejido es necesario para poder detectar patología; especialmente en casos leves o moderados, es más importante poseer experiencia en la visualización de las estructuras normales.
- Conviene consultar con otros compañeros o comparar con otras pruebas de imagen cuando sea posible, y es fundamental la comparación contralateral, aunque hay que estar atento a las lesiones bilaterales, muy frecuentes en los casos degenerativos (supraespinoso, epicóndileos, etc.).

Bibliografía

- Anderson MW, Brennan C, Mittal A. Imaging evaluation of the rotator cuff. *Clin Sports Med* 2012;31:605-631.
- Ansedo G, Lee JC, Healy JC. Musculoskeletal sonography of the normal foot. *Skeletal Radiol* 2010;39:225-242.
- American Institute of Ultrasound in Medicine. AIUM practice guideline for the performance of a musculoskeletal ultrasound examination. *J Ultrasound Med* 2012;31:1473-1488.
- Backhaus M, Burmester GR, Gerber T et al: Guidelines for musculoskeletal ultrasound in rheumatology. *Ann Rheum Dis* 2001;60: 641-649.
- Balius R, Alomar X. The soleus muscle: MRI, anatomic and histologic findings in cadavers with clinical correlation of strain injury distribution. *Skeletal Radiol* 2013;42:521-530.
- Balius R, Pedret C. Lesiones musculares en el deporte. 2013. Ed. Médica Panamericana.
- Balius R, Salas J. Ecografía musculoesquelética. 2007. Ed. Paidotribo.
- Beggs I. Shoulder ultrasound. *Seminars in ultrasound, CT and MRI*. Elsevier. 2011;32: 101-113.
- Bertoli A. Sonoanatomía del hombro. *Rev Chil Reumatol* 2010;26(4):268-277.
- Bianchi S, Martinoli C. Ecografía Musculoesquelética. 2011. Ed. Marbán.
- Bradley M, O'Donnell P. Atlas of Musculoskeletal Ultrasound Anatomy (2nd ed). 2010. Ed. Cambridge University Press.
- Bueno A, Del Cura JL. Ecografía musculoesquelética esencial. 2011. Ed. Médica Panamericana.
- Chari B, Jain A, Aniq H. Shoulder and elbow imaging. *Orthopaedics and Trauma* 2014; 28(6):365-377.
- Cho K, Wansaichenog G. Ultrasound of the foot and ankle. *Ultrasound Clin* 2012;7: 487-503.
- Corazza A, Orlandi D et al. Dynamic high-resolution ultrasound of the shoulder: how we do it. *Eur J Radiol* 2014.
- Craig JG, Fessell D. Ultrasound of the knee. *Ultrasound Clin* 2012;7:475-486.
- Daniels JM, Dexter WW. Basics of Musculoskeletal Ultrasound. 2013. Ed. Springer.
- Draghi F. Ultrasonography of the upper extremity hand and wrist. 2011. Ed. Springer.
- ESSR Musculoskeletal Ultrasound Technical Guidelines: Ankle, Elbow, Hip, Knee, Shoulder, Wrist.
- Fessel DP, Jacobson JA. Ultrasound of the hindfoot and midfoot. *Radiol Clin North Am* 2008;46:1027-1043.
- LaPrade RF, Engebretsen AH et al. The anatomy of the medial part of the knee. *J Bone Joint Surg Am* 2007;89:2000-10.
- Lee KS. Musculoskeletal sonography of the tendon. *J Ultrasound Med* 2012;31:1879-1884.
- Liu F, Yiu B et al. Morphology of the medial collateral ligament of the knee. *J Orthop Surg Res* 2010;5:69.
- Micu MC, Nestorova R et al. Ultrasound of the ankle and foot in Rheumatology. *Med Ultrason* 2012;14(1): 34-41.
- McNally EG. Musculoskeletal ultrasound. *Curr Orthop* 2002;16:49-56.
- Molini L, Precerutti M et al. Hip: anatomy and US technique. *J Ultrasound Med* 2011;14: 99-108.
- Muñoz-Louis R, Solano C. Sonoanatomía de la mano y la muñeca. *Rev Chil Reumatol* 2011; 27(2):69-73.

- Nielsen M, Miller S. Atlas of Human Anatomy. Ed. Wiley.
- O'Neill J. Musculoskeletal ultrasound: anatomy and technique. 2008. Ed. Springer.
- Otaiza F, Santiago ML et al. Sonoanatomía de la rodilla. *Rev Chil Reumatol* 2011;27(4): 200-207.
- Pasta G, Nanni G et al. Sonography of the quadriceps muscle: examination technique, normal anatomy, and traumatic lesions. *J Ultrasound* 2010;13:76-84.
- Peer S. Atlas of peripheral nerve ultrasound: with anatomic and MRI correlation. 2013. Ed. Springer.
- Petranova T, Vlad V et al. Ultrasound of the shoulder. *Med Ultrason* 2012;14(2):133-140.
- Precerutti M, Bonardi G et al. Sonographic anatomy of the ankle. *J Ultrasound* 2014; 17(2):79-87.
- Precerutti M, Garioni E et al. Dorsal forearm muscles: US anatomy pictorial essay. *J Ultrasound* 2010;13:66-69.
- Precerutti M, Garioni E et al. US anatomy of the shoulder: pictorial essay. *J Ultrasound* 2010;13:179-187.
- Py GE, Hofmann F, Rodríguez P. Sonoanatomía de codo. *Rev Chil Reumatol* 2011;27(1): 38-45.
- Radunovic G, Vlad V et al. Ultrasound assessment of the elbow. *Med Ultrason* 2012; 12(2):141-146.
- Razek AAKA, Fouda NS et al. Sonography of the knee joint. *J Ultrasound* 2009;12:53-60.
- Rodríguez PJ, Hofmann F et al. Sonoanatomía de cadera. *Rev Chil Reumatol* 2011;27(3): 103-107.
- Rohen JV, Yokochi C, Lütgen-Drecoll E. Atlas de anatomía humana: estudio fotográfico del cuerpo humano. Sistémica. 5ª edición. 2002. Ed. Elsevier Science.
- Rouvière H, Delmas A. Anatomía humana descriptiva, topográfica y funcional. 11ª edición. Vol 3. Ed. Masson.
- Savage-Elliott I, Murawski CD et al. The deltoid ligament: an in-depth review of anatomy, function, and treatment strategies. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc* 2013; 21:1316-1327.
- Schünke M, Schulte E et al. Prometheus, Texto y atlas de Anatomía. Anatomía general y aparato locomotor. Tomo I. Ed. Médica Panamericana.
- Silvestri E, Muda A et al. Normal ultrasound anatomy of the musculoskeletal system: a practical guide. 2012. Ed. Springer.
- Starok M, Lenchik L et al. Normal patellar retinaculum: MR and sonographic imaging with cadaveric correlation. *Am J Roentgenol* 1997;168:1493-1499.
- Tagliafico A, Martinoli C. A radiologically-guided approach to Musculoskeletal Anatomy. 2013. Ed. Springer.
- Tsou IYY, Khoo JN. Ultrasound of the wrist and hand. *Ultrasound Clin* 2012;7:439-455.
- Van Holsbeeck MT, Introcaso JH. Ecografía musculoesquelética. 2002. Ed. Marban.
- Ventura Ríos L. Manual de Ecografía Musculoesquelética. 2010. Ed. Médica Panamericana.
- Vlad V, Iagnocco A. Ultrasound of the knee in Rheumatology. *Med Ultrason* 2012;14(4): 318-325.
- Vlad V, Micu M et al. Ultrasound of the hand and wrist in Rheumatology. *Med Ultrason* 2012;14(1):42-48.
- Wong DCM, Wansaicheong GKL et al. Ultrasonography of the hand and wrist. *Singapore Med J* 2009;50(2):219.
- Yablon CM, Bedi A et al. Ultrasonography of the shoulder with arthroscopic correlation. *Clin Sports Med* 2013; 32:391-408.

Índice analítico

Los números de página seguidos de la letra *f* indican figura; los seguidos de *t* indican tabla.

A

- Absorción, 2
- Acromion, 31, 38
- Aductor
 - corto, 106
 - largo, 105
 - lesión, 174
 - mayor, 106
- Alerones rotulianos, 114
- Amplitud, 1
- Ancóneo, 60
- Anisotropía, 9
- Antebrazo, 45
- Apófisis
 - coracoides, 31, 32, 49, 53, 54
 - olecraneana, 60
- Aponeurosis bicipital, 42, 51
- Arcada de Frohse, 57
- Armónicos, 6
- Artefactos, 7
 - sonográficos, 9
- Arteria(s), 22
 - braquial, 45, 51
 - profunda, 46
 - circunfleja anterior, 27
 - cubital, 69
 - humeral, 55, 68
 - pedia, 161
 - poplítea, 128, 129
 - radial, 69

- recurrente
 - cubital posterior, 60
 - radial, 58, 69
- supraescapular, 37
- tibial
 - anterior, 151
 - posterior, 154
- Articulación(es)
 - acromioclavicular, 38
 - de la cadera, 91
 - cartilago hialino, 20
 - del codo, 49
 - humerocubital, 49
 - humerorradial, 49
 - radiocubital proximal, 49
 - cúbito humeral, 52, 53
 - hueso subcondral, 20
 - membrana sinovial, 21
 - radio, 52
 - radiocarpiana, 76
 - supraescapular, 36
 - tibioperonea proximal, 117
- tobillo, 145

B

- Baker, quiste, 124
- Bandeleta extensora de los dedos, 161
- Bíceps
 - braquial, 42, 53
 - cabeza
 - corta, 27
 - larga, 27
 - femoral, 100, 101, 117, 127
 - polea intraauricular del tendón, 29

- porción
 - corta, 42
 - larga, 44
 - del tendón, 26
- Brazo
 - compartimento
 - anterior, 41
 - posterior, 45
 - vasculonervioso, 46
- Bursa(s), 17, 21
 - bicipitorradial, 50
 - infrarrotuliana, 116
 - superficial, 116
 - olecraniana, 50, 60
 - subacromial, 35
 - subacromio subdeltoidea, 31
 - suprarrotuliana, 115
 - tobillo, 159
- Bursitis, 177

C

- Cadera, 91
 - cara
 - anterior, 92
 - lateral, 102
 - medial, 105
 - posterior, 97
- Calcinosis, 178f
- Camper, quiasma, 84
- Canal epitrocLEAR, 60, 62
- Capitellum humeral, 49, 52
- Cápsula, 20
- Carpo, 75
 - cara dorsal, 76
 - extensor largo del pulgar, 78

Carpo (*cont.*)
 – cara dorsal
 – ligamento escafolunar dorsal, 80
 – retináculo extensor, 77
 – tendón(es)
 – extensor cubital, 79
 – radiales, 78
 – tubérculo de Lister, 77
 – cara palmar, 80
 – Guyon, canal, 80, 82
 – ligamento transverso, 81
 – nervio
 – cubital, 82
 – mediano, 80
 – tendones flexores de la muñeca, 80
 – tunel, 80, 82
 Cartilago
 – hialino, 20
 – rotuliano, 117
 – troclear, 116
 Cintilla iliotibial, 117, 118
 Clavícula, 38
 Codo, 49
 – cara
 – anterior, 50
 – lateral, 55
 – medial, 58
 – posterior, 60
 Cola de cometa, imagen, 10
 Compartimento
 – anterior
 – del antebrazo, 65
 – del brazo, 41
 – posterior
 – del antebrazo, 71
 – del brazo, 45
 – profundo de la pierna, 135
 – radial del antebrazo, 73
 – vasculonervioso del brazo, 46
 Contusión muscular, 172
 Corredera bicipital, 27
 Cortical ósea, 20
 CPU, 6
 Cuádriceps, 93

D

Dedo(s)
 – cara dorsal, 87
 – cara palmar, 88
 Dermis, 15
 Dispersión, 2
 Distensión, 172
 Doppler, 8

E

Ecografía
 – compuesta, 7
 – direccional, 7
 Ecógrafo
 – partes, 5
 – reconstrucción panorámica, 9
 Efecto piezoeléctrico, 1
 Elastografía, 8
 Eminencia
 – hipotenar, 85
 – tenar, 85
 Endomysio, 16
 Endoneuro, 19
 Endotenon, 17
 Epicóndilo
 – lateral, 56, 60
 – medial, 52
 Epidermis, 15
 Epimisio, 16
 Epineuro, 19
 Epitenon, 17
 Epitróclea, 50, 59
 Escápula, tubérculo infraglenoideo, 45
 Escotadura espinoglenoidea, 37
 Espacio subacromial, 31

F

Fabela, 125
 Fascia, 16
 – lata, tensor, 92, 95, 102, 104
 – plantar, 164
 Fascículos, 16, 19

Fémur, 109
 Fosa
 – bicipital, 46
 – coronoidea, 53
 – olecraniana, 49
 – del olécranon, 62
 – radial, 52, 53
 – sigmoidea radial del cúbito, 49
 – supraespinosa, 32
 Fracturas, 180
 Frecuencia, 1
 Frohse, arcada, 57

G

Ganancia, 2
 Gantzer, músculo accesorio, 68
 Gemelo, 133
 – externo, 125
 – lateral, 127
 – medial, 124
 Glúteo
 – mayor, 97
 – menor, 102
 – medio, 103
 Grasa, 15
 – de Hoffa, 112, 115
 – de Kager, 160
 Grosor parcial, roturas, 169
 Guyon, canal, 80, 82

H

Hiperfonografía, 3
 Hipodermis, 15
 Hoffa, grasa, 112, 115
 Hombro, 25
 – exploración, 26
 – bursa subacromial, 35
 – dinámica, 38
 – arco coracoacromial, 38
 – intervalo rotador, 29
 – lábrum, 35
 – ligamento coracoacromial, 31
 – nervio supraescapular, 35

- tendón
- de la porción larga del bíceps, 26
- del infraespinoso, 35
- del redondo mayor, 35
- del subescapular, 30
- del supraespinoso, 32

Hueso

- cortical ósea, 20
- fabela, 125
- gancho, 68
- pisiforme, 68
- sesamoideo, 165
- subcondral, 20

Húmero

- cresta supracondílea, 73
- ligamento transverso, 27

I

Imagen(es)

- en 3D, 9
 - armónicas de tejidos, 6
 - en cola de cometa, 10
 - orientación, 12
 - corte longitudinal, 13
 - corte transversal, 13
- #### Impedancia acústica, 1

K

Kager, paquete graso, 137

L

Lábrum

- anterior, 35
- articular, 25
- posterior, 37
- rotador, 29

Lacerto fibroso, 51

Lesión(es), 171

- capsulares, 175
- cartilaginosas, 177
- ligamentosas, 175

Ligamento(s), 17, 19

- acromioclavicular, 38
- anular, 55, 56
- del radio, 49

- arcuato, 60
 - astragaloescapuloideo, 163
 - colateral, 50
 - cubital, 50
 - externo, 118
 - lateral, 56
 - medial, 63, 119, 121
 - radial, 50, 55, 176f
 - coracoacromial, 31, 32
 - coracohumeral, 29
 - coracoideo, 37
 - cruzados, 110
 - posterior, 129, 130
 - deltoideo, 154
 - escafolunar dorsal, 80
 - glenohumeral superior, 29
 - laterales, 110
 - peroneo
 - astragalino anterior, 157
 - calcáneo, 158
 - *spring*, 156, 161
 - tibioperoneo anterior, 150
 - transverso
 - del carpo, 67, 81
 - del húmero, 27
- Lister, tubérculo, 77
- Longitud de onda, 1

M

Manguito rotador, 26

Mano, 75

- cara dorsal, 85
- tendones extensores, 85
- cara dorsal de los dedos, 87
- aponeurosis del aductor del pulgar, 88
- bandas sagitales, 87
- colateral cubital, 88
- ligamentos laterales, 87
- tendones extensores, 87
- cara palmar, 86
- flexor corto del pulgar, 86
- flexor largo del pulgar, 86
- músculos interóseos, 87
- músculos lumbricales, 87

- cara palmar de los dedos, 88
- placas volares, 88, 89f
- poleas, 88
- tendones flexores, 88, 89f
- vainas sinoviales, 89
- eminencia
- hipotenar, 84
- tenar, 84
- músculos lumbricales, 85
- placa palmar, 83
- poleas, 83
- quiasma de Camper, 84
- tendones extensores, 83

Membrana

- interósea, 66
- sinovial, 21

Menisco

- externo, 118
- interno, 121

Mesotenon, 17

Muñeca, 75

- cara dorsal, estudio ecográfico, 77
- tendones flexores de la muñeca, 80

Músculo(s), 16

- abductor
- del primer dedo, 161
- del pulgar, 72
- del quinto dedo, 161
- largo del pulgar, 71
- accesorio de Gantzer, 68
- aductor
- corto, 106
- del dedo gordo, 161
- largo, 105
- ancóneo, 58
- bíceps
- braquial, 42, 51, 53
- femoral, 100, 117
- rodilla, 127
- braquial, 42, 51, 54
- anterior, 53
- braquiorradial, 55, 58, 73
- común de los dedos, 135
- coracobraquial, 41
- cuadrado plantar, 161

Músculo(s) (*cont.*)

- cuádriceps, 93
- deltoides, 32
- extensor
 - común de los dedos, 58, 71, 72, 139, 140
 - corto del pulgar, 71, 72
 - cubital del carpo, 71, 72
 - del índice, 72
 - del meñique, 72
 - del quinto dedo, 71
 - largo del primer dedo, 139, 140
 - largo del pulgar, 71, 72, 78
 - propio del dedo índice, 71
 - radial corto del carpo, 73
 - radial largo del carpo, 55, 73
- flexor
 - común profundo de los dedos, 59
 - corto del pulgar, 86
 - cubital del carpo, 58, 60, 62, 66, 68
 - largo de los dedos, 153
 - largo del primer dedo, 135, 137, 154
 - largo del pulgar, 66, 86
 - profundo de los dedos, 66
 - radial del carpo, 58, 66
 - superficial de los dedos, 58, 66, 67
- gemelo
 - externo, 125
 - medial, 124
 - mayor, 97
 - medio, 103
 - menor, 102
- iliopsoas, 93, 95
- infraespinoso, 35
- interóseos, 87
 - dorsales y plantares, 161
- isquiosurales, 99
- lumbricales, 66, 85, 87, 161

- obturador interno, 97, 99
 - palmar
 - anómalo, 68
 - largo, 66
 - -- o menor, 58, 67
 - mayor, 66, 67
 - menor, 66
 - pectíneo, 93, 97
 - pedio, 160
 - peroneo
 - lateral
 - corto, 140
 - largo, 140
 - piramidal, 97, 98
 - plantar delgado, 129, 130, 135
 - poplíteo, 128, 130, 136, 138
 - profundo de los dedos, 66
 - pronador
 - cuadrado, 66, 68
 - redondo, 51, 58, 66
 - recto
 - femoral, 92
 - interno, 106, 120, 122
 - redondo mayor, 45
 - sartorio, 92, 95, 120, 122
 - semimembranoso, 123
 - semitendinoso, 120, 122
 - sóleo, 133, 138f
 - subescapular, 30
 - supinador corto, 55, 57, 71
 - supraespinoso, 32
 - tensor de la fascia lata, 92, 95
 - tibial
 - anterior, 139, 140
 - posterior, 136
 - tríceps braquial, 45
- Muslo, 91
- cara anterior, 92
 - cara posterior, 97

N

Nervio(s)

- ciático, 98, 126

- cubital, 46, 60, 62, 68, 82
- cutáneo lateral del antebrazo, 45
- femoral, 97
- interóseo
 - anterior, 69
 - posterior, 46, 57, 58
- mediano, 46, 51, 55, 66, 80, 68, 82
- motor interóseo anterior, 68
- musculocutáneo, 42, 45
- periféricos, 19
- peroneo
 - común, 126, 128
 - profundo, 146, 151
 - superficial, 142
- radial, 45, 46, 55, 56
- superficial, 46, 68
- safeno externo, 160
- sensitivos, 15
- supraescapular, 35, 36, 38
- tibial, 126, 128, 130, 146, 154

O

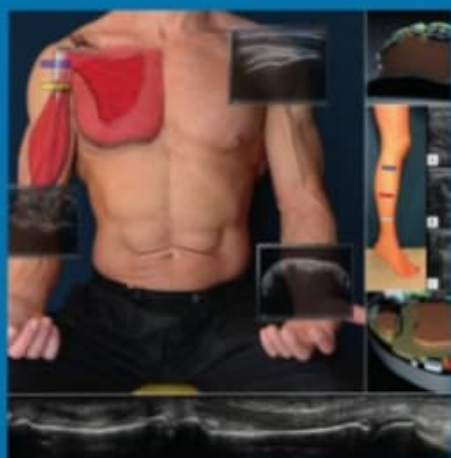
- Obturador interno, 97
- Olécranon, 45, 50
- Onda(s)
 - acústica, 1
 - longitud, 1
- Osborne, retináculo, 60

P

- Paratenon, 17
- Pata de ganso, 120-122, 124
- Patología
 - neurológica, 179
 - ósea, 180
 - tendinosa, 169
 - vascular, 179
- Patrón fibrilar, 18
- Pectoral menor, 42
- Permisio, 16
- Perineuro, 19
- Peritendinitis, 171

- Peroneo
 – lateral
 -- corto, 140, 141
 -- largo, 140, 141
- Pie
 – antepié, 160
 – cara dorsal, 162
 – cara plantar, 163
 – mediopié, 160
 – retropié, 160
- Piel, 15
- Pierna, 133
 – extensor
 -- común de los dedos, 139
 -- largo del primer dedo, 139
 – peroneo lateral
 -- corto, 140
 -- largo, 140
 – tibial anterior, 139
- Placa(s)
 – palmar, 83
 – volares, 88, 89f
- Plicas, 17
- Poleas, 83, 88
- Porción
 – corta del bíceps, 42
 – larga del bíceps, 26, 44
- Q**
- Quiste de Baker, 124
- R**
- Receso
 – articular, 96
 – subcuadricipital, 114
- Recto femoral, 92
- Reflexión, 2
- Refracción, 2
- Refuerzo(s) acústico(s), 7
 – posterior, 10
- Resolución, 2
 – axial, 3
 – lateral, 3
 – temporal, 3
- Retináculo de Osborne, 60
- Reverberación, 10
- Rodilla, 109
 – cara anterior, 111
 -- alerones rotulianos, 114
 -- bursa infrarrotuliana, 116
 --- superficial, 116
 -- bursa suprarrotuliana, 115
 -- cartilago
 --- rotuliano, 117
 --- troclear, 116
 -- grasa de Hoffa, 112, 115
 -- paquetes grasos, 114
 -- receso subcuadricipital, 114
 -- retináculos, 111
 -- rótula, 111
 -- tendón cuadricipital, 112, 113
 -- tendón rotuliano, 111, 114
 -- tróclea femoral, 111
 – cara externa, 117
 -- articulación tibioperonea proximal, 117
 -- bíceps femoral, 117, 119
 -- cintilla iliotibial, 117, 118
 -- ligamento colateral externo, 118
 -- menisco externo, 118
 -- tendón poplíteo, 117, 118
 – cara medial, 119
 -- ligamento colateral medial, 119, 121
 -- menisco interno, 121
 -- músculo
 --- recto interno, 120
 --- sartorio, 120
 --- semitendinoso, 120
 -- pata de ganso, 120, 121
 – cara posterior, 122
 -- arteria poplítea, 128, 129
 -- bíceps femoral, 127
 -- fabela, 125
 -- gemelo
 --- externo, 125
 --- lateral, 127
 --- medial, 124
 -- ligamento cruzado posterior, 129, 130
 -- músculo
 --- bíceps, 125
 --- plantar delgado, 129, 130
 --- poplíteo, 128, 130
 --- recto interno, 122
 --- sartorio, 122
 -- cara posterior, 123
 -- nervio
 --- ciático, 126
 --- peroneo común, 126, 128
 --- tibial, 126, 128, 130
 -- pata de ganso, 122, 124
 -- quiste de Baker, 124
 -- tendón semimembranoso, 124
 -- vena poplítea, 129
- Rótula, 109, 111
- Roturas, 169
 – totales, 170
- Ruptura muscular, 172
- S**
- Sartorio, 92
- Síndrome
 – del interóseo posterior, 58
 – del túnel del carpo, 179f
- Sóleo, 133
- Sombra
 – acústica, 7, 10
 – de ángulo crítico, 11
- Sonda(s)
 – stick, 6
 – de volumen, 9
- Sonido, 1
- T**
- Tabaquera anatómica, 73
- Tabique intermuscular
 – lateral, 56
 – medial, 46
- Teclado, 6

- Tejido(s)
 – armónicos, 6
 – celular subcutáneo, 15
 Tendinosis, 170
 Tendón(es), 17, 169
 – de Aquiles, 159
 – del bíceps, 54
 – femoral, 100
 – bicipital, 54
 – central del recto femoral, 94
 – cuadricipital, 112, 113
 – delgado plantar, 159
 – directo de recto femoral, 94
 – extensor común, 55, 57, 71, 73
 – de los dedos, 55
 – cubital del carpo, 55
 – propio del quinto dedo, 55
 – radial corto del carpo, 55, 56
 – extensor (es), 76, 83, 85
 – cubital del carpo, 79
 – largo común de los dedos, 146, 149, 160
 – largo del primer dedo, 146, 149, 160
 – extensor largo del primer dedo, 149, 160
 – flexor(es), 88, 89f
 – común, 59
 – conjunto, 58
 – largo común de los dedos, 146
 – largo del primer dedo, 146, 152
 – glúteo medio, 104
 – del glúteo menor, 103
 – del infraespinoso, 35
 – del pectoral mayor, 27
 – peroneo
 – lateral corto, 157f
 – lateral largo, 156, 157f, 161, 164
 – *peroneus tertius*, 146, 150
 – polea intraarticular del bíceps, 29
 – poplíteo, 117
 – de la porción larga del bíceps, 26
 – radiales, 78
 – del redondo menor, 35
 – rotuliano, 111, 114
 – semimembranoso, 100, 101, 124
 – subescapular, 30
 – del supraespinoso, 32
 – del tibial anterior, 146, 147, 160
 – del tibial posterior, 146, 152
 – del tríceps, 60
Tennis leg, 174
 Tenosinovitis, 171
 Tensor de la fascia lata, 92, 95
 Tibia, 109
 Tobillo, 145
 – anterior, 146
 – arteria tibial anterior, 151
 – ligamento tibioperoneo anterior, 150
 – nervio peroneo profundo, 151
 – receso anterior, 148
 – retináculos extensores, 150
 – tendones extensores, 149
 – lateral, 147
 – retináculo, 156
 – tendones peroneos, 156
 – medial, 146
 – flexor largo del primer dedo, 152, 154
 – ligamento deltoideo, 154
 – paquete vasculonervioso tibial posterior, 152
 – tendón tibial posterior, 152
 – posterior, 147
 – bursas, 159
 – grasa de Kager, 160
 – nervio safeno externo, 160
 – tendón
 – de Aquiles, 159
 – delgado plantar, 159
 – vena safena menor, 160
 Transductor, 5
 Tríceps braquial, 45
 Tróclea
 – cubital, 49
 – femoral, 111
 Trombosis venosa, 22
 Tronco común interóseo, 69
 Troquín, 30
 Troquíter, 32
 Tubérculo
 – infraglenoideo de la escápula, 45
 – supraglenoideo, 42
 Tuberosidad
 – bicipitorradial, 51
 – cubital, 51, 54
 – menor, 30
 – radial, 42
 Túnel del carpo, 80, 82
- U**
 Ultrasonido, 1
 Unidades
 de almacenamiento, 6
- V**
 Vainas sinoviales, 89
 Velocidad de propagación, 2
 Vena(s), 15, 22
 – basilica, 46
 – cefálica, 45
 – poplíteo, 129
 – safena menor, 160



Ecografía Musculoesquelética

Atlas ilustrado

Los ecógrafos han sufrido una evolución vertiginosa en los últimos 10 años. Las mejoras técnicas, el creciente interés en la ecografía musculoesquelética y la introducción de las técnicas intervencionistas guiadas por ecografía, han supuesto un amplio desarrollo del diagnóstico y el tratamiento de las patologías del sistema musculoesquelético.

Ecografía musculoesquelética, Atlas Ilustrado da una visión completa pero sistematizada de la anatomía ecográfica, para facilitar una mejor comprensión de las diferentes estructuras musculares, articulares, tendinosas, ligamentosas, óseas y neurovasculares. Es una herramienta necesaria para adentrarse en la anatomía del sistema musculoesquelético y aporta una visión sencilla de esta complicada disciplina. Sus características principales son:

- Repasa las bases de la ecografía y aborda este método desde las diferentes regiones anatómicas: de la región proximal a la distal, comenzando por el miembro superior y, posteriormente, el inferior. Sin olvidar analizar las distintas lesiones que se dan en el campo musculoesquelético.
- Cuenta con un sitio web con vídeos que complementan cada capítulo, convirtiendo a la obra en un manual eminentemente práctico.
- Incluye fotografías, imágenes e ilustraciones realizadas de manera exclusiva para el libro, lo que permite que se ajuste el contenido a la perfección.

La obra está dirigida a médicos que tratan pacientes con patología musculoesquelética, como son, entre otros, radiólogos, médicos generales, médicos del trabajo, rehabilitadores, reumatólogos, traumatólogos y médicos del deporte, así como médicos en formación y fisioterapeutas que tengan interés en la anatomía ecográfica del sistema musculoesquelético.