

RM DE LA MUÑECA Y LA MANO

ROBERTO GARCÍA-VAULTILLE

Instituto Radiológico Cantabro. Clínica Mompía. Cantabria.

INTRODUCCIÓN

La radiología del sistema musculoesquelético ha experimentado un cambio sustancial desde la aparición de la resonancia magnética (RM), técnica que permite una valoración simultánea del hueso y tejidos blandos, y el diagnóstico de lesiones difíciles de detectar por otras pruebas diagnósticas. Debido a la capacidad de obtener imágenes en múltiples planos y a su alta resolución espacial es una técnica de imagen idónea para el estudio de la compleja anatomía de la muñeca y la mano.

El pequeño tamaño de las estructuras que componen la muñeca y la mano convierte a esta región de la anatomía en una de las más difíciles de estudiar con RM. Es necesario utilizar imanes de alto campo (1 T) y antenas de superficie o de cuadratura específicas, lo que nos permite realizar campos de visión pequeños, cortes finos y obtener imágenes con una relación señal/ruido óptima.

La RM proporciona una exquisita visualización de los ligamentos intercarpianos y del fibrocartilago triangular, habiendo reemplazado actualmente a exploraciones invasivas como la artrografía en el diagnóstico de su patología. Es una técnica valiosa para la evaluación de la patología tendinosa y del túnel del carpo, para el conocimiento de la necrosis avascular de los huesos del carpo y para el estudio de extensión de los tumores óseos y de partes blandas. Además, permite una evaluación precisa del estado del cartilago articular, así como del hueso cortical y subcondral en las artritis y en la patología degenerativa articular.

En el presente capítulo revisaremos los procesos patológicos que afectan con mayor frecuencia a la muñeca y la mano, prestando especial atención a los últimos avances de la RM y sus aplicaciones en esta región anatómica.

COMPLEJO DEL FIBROCARTELAGO TRIANGULAR

El complejo del fibrocartilago triangular (CFCT) está formado por el menisco homólogo, el ligamento colateral cubital,

los ligamentos radiocubitales dorsal y volar, el ligamento cúbito-semilunar, el ligamento cúbito-piramidal, la vaina del extensor cubital del carpo y por el propio fibrocartilago triangular (FCT) o disco articular (Fig. 1). Su función es absorber la carga mecánica en la región cubital del carpo y estabilizar las articulaciones cúbito-carpiana y radiocubital distal. El fibrocartilago articular tiene una morfología bicóncava, con una región periférica gruesa reforzada por los ligamentos radiocubitales dorsal y volar, y una zona central fina donde se localizan con mayor frecuencia las roturas. Se articula con la cabeza del cúbito y el semilunar en la fila proximal del carpo.²³ El grosor del FCT varía en función del espacio existente entre la cabeza del cúbito y los huesos del carpo. Por lo tanto, la varianza ulnar negativa se asocia con un FCT grueso y la varianza ulnar positiva con un FCT delgado.⁴¹

En RM el FCT se valora mejor en el plano coronal, apareciendo en las imágenes de baja resolución, utilizando se-

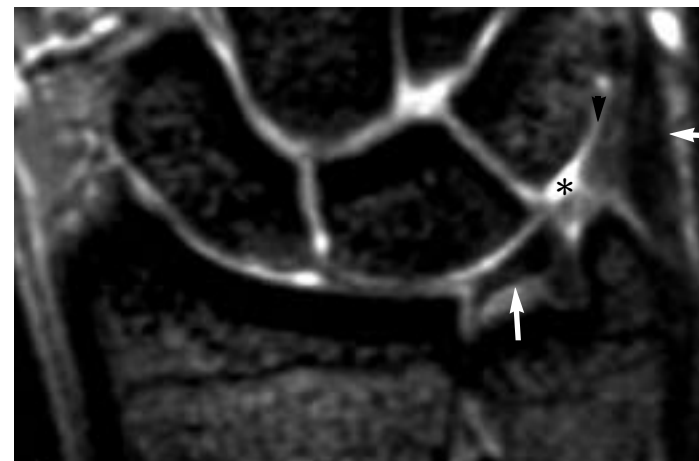


Fig. 1. Anatomía normal del CFCT (flecha blanca: FCT; cabeza de flecha: menisco homólogo; asterisco: receso preestiloideo; flecha negra: tendón extensor cubital del carpo). Coronal en eco de gradiente (487/21).

cuencias *spin echo*, como una estructura homogénea de señal baja o intermedia.²³ Con el desarrollo, en los últimos años, de imágenes tridimensionales de alta resolución en eco de gradiente y la utilización de antenas de superficie específicas, podemos en la actualidad definir con gran precisión la mayoría de los componentes del CFCT.⁶¹ Estas secuencias muestran el FCT como un disco bicóncavo con una señal heterogénea, baja o intermedia, que en el lado externo se inserta en el cartilago de la escotadura sigmoide del radio. En el extremo cubital se han descrito dos tipos de inserciones. La más común consta de dos fascículos de baja señal separados por tejido de señal alta; uno se inserta en la base de la apófisis estiloides cubital y el otro en su extremo distal. El segundo tipo consiste en una inserción única que se extiende desde la base a la punta de la apófisis estiloides. Los ligamentos radiocubitales dorsal y volar aparecen como gruesas bandas estriadas de señal heterogénea que se originan en los márgenes volar y dorsal de la escotadura sigmoide del radio, bordean el disco articular y se insertan en la base de la apófisis estiloides cubital formando parte de la inserción del CFCT. El menisco homólogo se identifica de forma variable en RM, siendo mejor visualizada su región dorsal como una estructura de baja señal que constituye el límite distal del receso preestiloideo. Los ligamentos cúbito-piramidal y cúbito-semilunar se visualizan mejor en el plano sagital, son pequeñas bandas de tejido de señal intermedia que se extienden desde el margen palmar del ligamento radiocubital volar al margen proximal y volar del piramidal y semilunar.⁶¹

Las lesiones del FCT han sido clasificadas por Palmer⁴⁰ en traumáticas (tipo I) y degenerativas (tipo II). Las lesiones traumáticas se subdividen en cuatro categorías (IA, IB, IC y ID) dependiendo de su localización. La lesión IA consiste en un desgarro o perforación del disco articular en la proximidad de su inserción radial. En la lesión IB existe una avulsión de la inserción cubital del FCT con o sin fractura de la estiloides cubital. En la lesión IC se produce un desgarro de los ligamentos cúbito-semilunar y cúbito-piramidal e inestabilidad cúbito-carpiiana secundaria. Finalmente, la lesión ID consiste en una avulsión de la inserción radial del FCT, asociándose en ocasiones una fractura de la escotadura sigmoide.

Las lesiones degenerativas tipo II se subdividen en 5 categorías: IIA, IIB, IIC, IID y IIE. En la lesión IIA el FCT aparece degenerado y adelgazado (Fig. 2). En la lesión IIB el disco articular está adelgazado y existe condromalacia del semilunar y/o del piramidal. La lesión IIC consiste en una perforación central del FCT y condromalacia del semilunar o piramidal (Fig. 3). En la lesión IID se observa una perforación del FCT, condromalacia del semilunar o del piramidal y perforación del ligamento luno-piramidal. Por último, en la lesión IIE se asocia a lo anterior artrosis cúbito-carpiiana.

Las roturas del FCT se manifiestan en las imágenes de RM como áreas de alta señal lineales que alcanzan la superficie articular tanto en las secuencias T1, T2, densidad protónica (DP) o 3D en eco de gradiente. Un signo específico de desgarro en las secuencias T2 y DP es el observar líquido que atraviesa el FCT. Los cambios degenerativos, normalmente por degene-

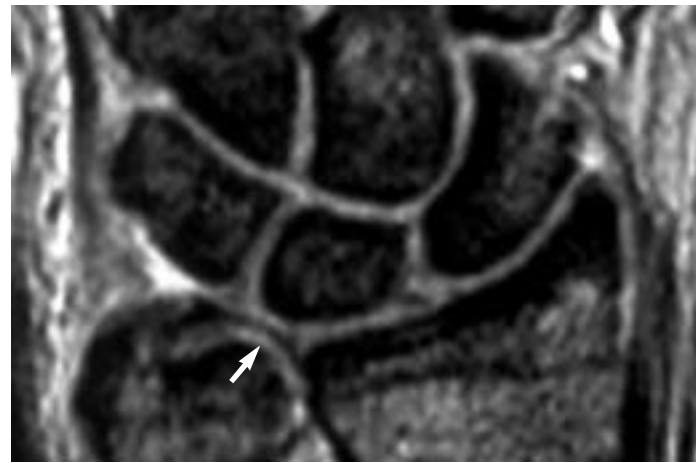


Fig. 2. Adelgazamiento de la porción central del FCT (IIA). Coronal 3D en eco de gradiente (50/21).

ración mucoide o mixoide, aparecen también como áreas de alta señal en T1, DP y en las imágenes 3D en eco de gradiente, junto con adelgazamiento del disco articular. Es frecuente encontrar sinovitis y derrame articular asociados a las lesiones del CFCT.

Las lesiones del FCT pueden extenderse a los ligamentos radiocubitales dorsal o volar condicionando inestabilidad de la articulación radiocubital distal. La rotura del ligamento radiocubital dorsal se manifiesta por una interrupción de la baja intensidad de señal normal del ligamento. Las lesiones de los ligamentos radiocubital volar, cúbito-semilunar y cúbito-piramidal son más difíciles de diagnosticar en RM, ya que estas estructuras se identifican con dificultad incluso en las muñecas normales. Para su evaluación es útil emplear secuencias complementarias en los planos axial o sagital.⁶⁰

La inyección de gadolinio diluido intraarticular aumenta la sensibilidad y especificidad de la RM en el diagnóstico de las lesiones del CFCT, correlacionándose mejor con los hallazgos de la artroscopia.⁵⁵

El síndrome de impactación cubital (Fig. 3) aparece generalmente en pacientes con varianza ulnar positiva o como complicación de una fractura de radio que produce acortamiento de este hueso. Se produce impactación de la cabeza del cúbito contra el CFCT y la vertiente cubital del carpo condicionando una lesión progresiva de estas estructuras que sigue la clasificación de las lesiones degenerativas del FCT realizada por Palmer.⁴⁰

No todos los desgarros del FCT diagnosticados por RM se acompañan de síntomas por lo que deben ser valorados dentro del contexto clínico de cada paciente. Normalmente el FCT sufre cambios degenerativos con el paso del tiempo. Mikic,³⁸ en un estudio anatómico de la muñeca, no encontró roturas del FCT en las dos primeras décadas de la vida, mientras que el 40% de los pacientes en la quinta década de la vida y el 50% de los pacientes en la sexta década mostraban comunicación asintomática entre las articulaciones radiocubital distal y radio-carpiiana. El trabajo realizado por Sugimoto⁵⁸ en 70 voluntarios

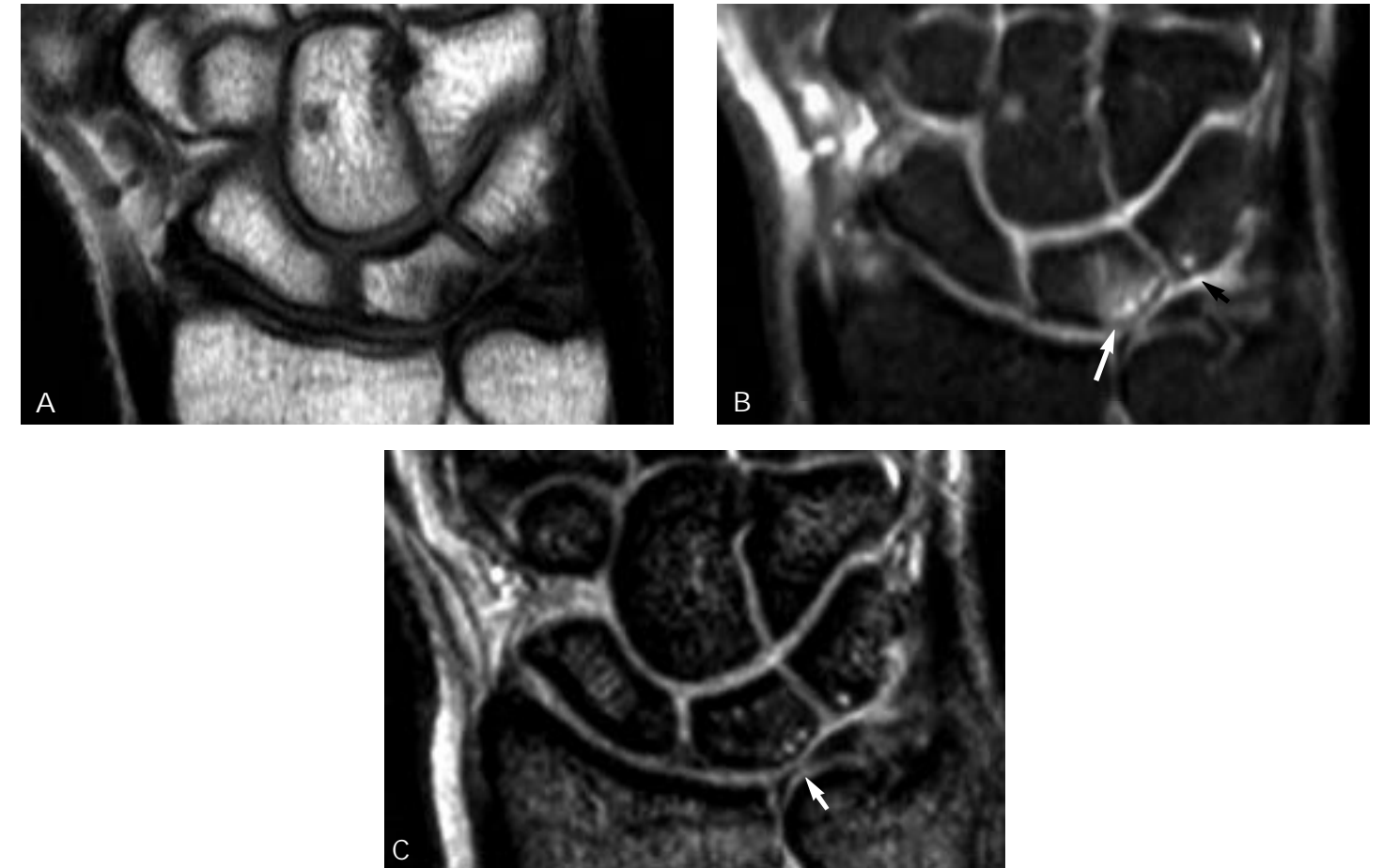


Fig. 3. Síndrome de impactación cubital con extensa lesión del CFCT. Paciente con varianza ulnar positiva en el que se observa adelgazamiento y perforación central del FCT (flecha en C) junto con signos de condromalacia (flechas en b) del semilunar y piramidal (IIC). Coronal T1 SE (625/18) (a), DP TSE con supresión de la grasa (1800/31) (b) y 3D eco de gradiente (50/21) (c).

asintomáticos revela que la mayoría de las roturas del FCT son de naturaleza degenerativa, pero la edad no es un factor fundamental. En este estudio, los individuos con lesiones del FCT tenían una varianza ulnar positiva y un disco articular más fino, lo cual lo hace más vulnerable a las fuerzas biomecánicas a las que está sometido.

mo áreas de discontinuidad o no visualización del mismo. La presencia de líquido articular facilita el diagnóstico de estas lesiones, evidenciándose hiperseñales lineales que atraviesan el ligamento en las imágenes T2. La artrografía con RM, inyectando gadolinio diluido intraarticular, mejora la sensibilidad y

LIGAMENTOS DE LA MUÑECA E INESTABILIDAD CARPIANA

Los ligamentos de la muñeca se dividen en capsulares e interóseos. Los ligamentos capsulares se subdividen en dorsales y volares y estos, a su vez, en intrínsecos y extrínsecos. Los ligamentos extrínsecos se originan en el antebrazo y se insertan en los huesos del carpo, mientras que los intrínsecos unen los huesos del carpo entre sí.⁵⁹ Los principales ligamentos interóseos de la muñeca son el escafo-lunar (LEL) y el luno-piramidal (LLP) (Fig. 4), separan la articulación radiocarpiana de la mediocarpiana y su lesión produce distintos síndromes de inestabilidad carpiiana.⁷²

Estos ligamentos se ven en las imágenes de RM como finas bandas de baja señal en T1, T2 y DP. La mayoría de las roturas afectan a la región central del ligamento y aparecen co-

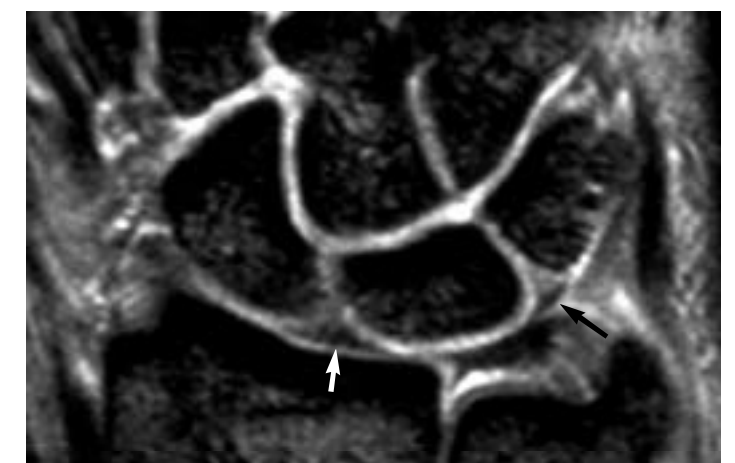


Fig. 4. Anatomía normal de los ligamentos escafo-lunar (flecha blanca) y luno-piramidal (flecha negra). Ambos ligamentos tienen morfología triangular y señal de resonancia heterogénea. Coronal en eco de gradiente (487/21).

especificidad de las secuencias convencionales en el diagnóstico de las lesiones de los ligamentos de la muñeca.^{55, 50}

Las secuencias 3D en eco de gradiente con cortes finos proporcionan la resolución suficiente para visualizar los ligamentos interóseos, intrínsecos y extrínsecos de la muñeca. Tienen un comportamiento de señal heterogéneo con áreas de señal alta que pueden conducir al diagnóstico erróneo de patología ligamentosa. Las reconstrucciones multiplanares que permiten realizar estas secuencias son útiles para la evaluación de los ligamentos capsulares.^{62, 51, 52}

Ligamento escafo-lunar

El LEL es una membrana fibrocartilaginosa en forma de media luna que une los márgenes proximales del escafoides y semilunar. Los segmentos dorsal y volar son densas estructuras fibrosas que se insertan firmemente a los ligamentos capsulares adyacentes y en el escafoides y semilunar a través de las fibras de Sharpey. La región central es una fina membrana que se inserta en el cartilago hialino que recubre el escafoides y semilunar, con pocas fibras de Sharpey que la unan al hueso.⁵³ El LEL junto con los ligamentos capsulares estabiliza y coordina los movimientos de la articulación escafo-semilunar, y contribuye a la estabilidad de la muñeca. La rotura de estos ligamentos puede producir inestabilidad de la articulación escafo-semilunar (disociación escafo-semilunar), dolor y desarrollo de artrosis si no se repara.³³

La mayoría de las lesiones degenerativas afectan a la porción membranosa central del ligamento y no tienen repercusión biomecánica.⁷⁰ La inserción del LEL en el semilunar es más fuerte que en el escafoides debido a la existencia de un mayor número de fibras de Sharpey. Esto explica que la avulsión de la inserción en el escafoides sea más frecuente que la del semilunar.⁵³

El LEL se visualiza de forma adecuada en el plano coronal utilizando campos de visión pequeños; sin embargo, existe un amplio número de variantes normales en su morfología que no deben ser confundidas con roturas. Los signos más fiables de rotura en RM son: la ausencia completa del ligamento o la existencia de un área de solución de continuidad atravesada por líquido articular (Fig. 5).⁶²

No todas las perforaciones del LEL producen dolor o inestabilidad. La prevalencia de las perforaciones de la porción membranosa central aumenta con la edad, siendo asintomáticas en la mayoría de las ocasiones.⁷⁰ Los estudios biomecánicos han demostrado que los segmentos dorsal y volar del ligamento son las regiones más importantes estructuralmente. Los pacientes con inestabilidad secundaria a la lesión del LEL presentan normalmente un desgarro del segmento dorsal o volar y de los ligamentos capsulares adyacentes.⁴⁷

Ligamento luno-piramidal

El LLP es una pequeña estructura fibrocartilaginosa en forma de media luna que une el margen proximal del semilunar y

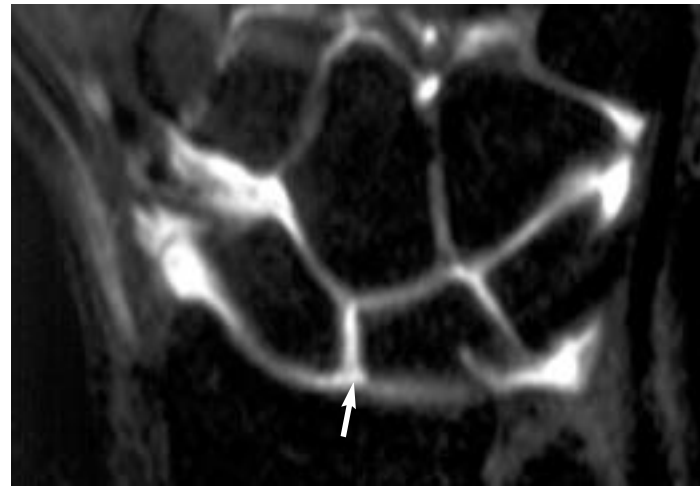


Fig. 5. Rotura del ligamento escafo-lunar. La artro-RM muestra una solución de continuidad completa del ligamento atravesada por el contraste que alcanza la articulación mediocarpiana. Coronal T1 SE con supresión de la grasa (500/20) e inyección de gadolinio diluido intraarticular.

piramidal. Los segmentos dorsal y volar se insertan directamente en la cortical ósea. La región membranosa central se inserta en el cartilago del semilunar y piramidal, encontrándose la baja señal del ligamento en contacto con la alta señal del cartilago articular.⁶²

Los primeros estudios con RM no conseguían visualizar de forma constante este ligamento, a diferencia del LEL, pero los últimos trabajos publicados demuestran que, cuando está presente, es visible habitualmente. Debido al pequeño tamaño del LLP es útil el empleo de secuencias 3D en eco de gradiente para una mejor valoración del mismo. La artrografía con RM incrementa la precisión en el diagnóstico de las lesiones del LLP, fundamentalmente las avulsiones periféricas cuando el ligamento no ha perdido su morfología normal.⁵⁷

Las perforaciones de naturaleza degenerativa son relativamente frecuentes y afectan normalmente a la delgada región membranosa central. En la literatura existe un amplio rango publicado de sensibilidad (40-100%) y especificidad (33-100%) en el diagnóstico de las perforaciones del LLP con RM.^{23, 50, 62} Los signos más fiables de rotura del LLP son: la presencia de líquido articular atravesando el ligamento y la no visualización de este.^{54, 39} Los desgarros del LLP pueden asociarse con roturas degenerativas del FCT.⁴⁰

Las perforaciones del LLP no provocan habitualmente inestabilidad de la articulación luno-piramidal. Los estudios biomecánicos demuestran que es necesaria la rotura del LLP y de los ligamentos capsulares cubitales para que exista inestabilidad de esta articulación (inestabilidad segmentaria volar).¹

Inestabilidad carpiana

El término inestabilidad carpiana se refiere a una alteración de la relación espacial normal de los huesos del carpo entre sí

y con las estructuras vecinas como el radio, el cúbito y los metacarpianos. Esta definición incluye inestabilidades que son visibles en estudios radiológicos convencionales (inestabilidad carpiana estática) y aquellas que requieren estudios dinámicos para su diagnóstico (inestabilidad carpiana dinámica). Han sido descritos numerosos patrones de inestabilidad carpiana, existiendo varias clasificaciones. La RM permite además de su diagnóstico la visualización de las lesiones de los ligamentos del carpo asociadas.

Inestabilidad perilunar progresiva

Mayfield^{35, 36} describió un cuadro de inestabilidad progresiva centrada en el semilunar clasificado en cuatro estadios. Fue definido experimentalmente en cadáveres simulando *in vitro* una caída con la mano extendida. Mayfield comprueba que la

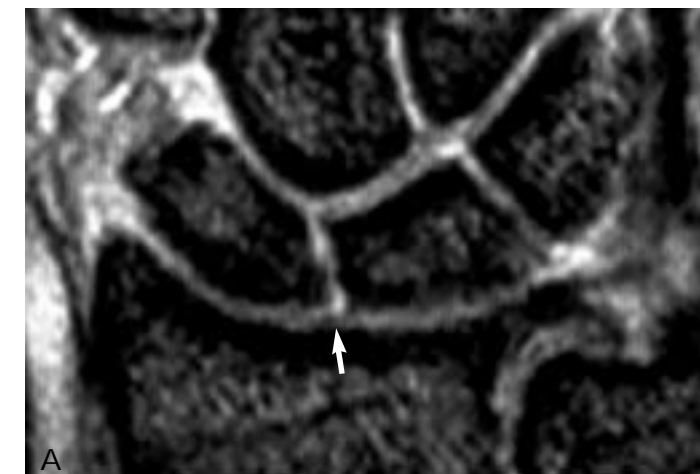


Fig. 6. Rotura del ligamento escafo-lunar y patrón de inestabilidad carpiana secundario. a) Se aprecia un desgarro del segmento central del ligamento atravesado por líquido articular (flecha). b) El semilunar muestra un desplazamiento palmar y flexión dorsal respecto al radio, con aumento del ángulo grande-semilunar por encima de los 30° (inestabilidad segmentaria dorsal). Coronal en eco de gradiente (487/21) (a) y sagital T1 SE (625/18) (b).

lesión comienza en la cara radial de la muñeca con el desgarro del LEL e inestabilidad escafo-semilunar secundaria (estadio I). Según aumenta la carga aplicada, la fuerza disociativa se extiende en sentido cubital y el hueso grande (estadio II) y el piramidal (estadio III) son separados progresivamente del semilunar. En el estadio III, existe un desgarro de los ligamentos que unen el semilunar al resto de los huesos del carpo, observándose luxación dorsal del carpo en relación con el semilunar (luxación perilunar). En el estadio IV, se produce una rotura de los ligamentos radiocarpianos dorsales y luxación palmar completa del semilunar.

Inestabilidad segmentaria

No todos los patrones de inestabilidad siguen el esquema propuesto por Mayfield. El semilunar, escafoides y hueso grande tienen una relación espacial que se evalúa mejor en el plano sagital. Trazando líneas que pasen por el eje de estos tres huesos se pueden medir los ángulos que forman entre sí. En individuos normales el ángulo hueso grande-semilunar debe medir de 0 a 30 grados y el ángulo escafoides-semilunar de 30 a 60 grados.⁴⁹

En la forma más frecuente de inestabilidad se produce una subluxación palmar y dorsiflexión del semilunar respecto al radio (inestabilidad segmentaria dorsal) (Fig. 6). El ángulo escafoides-semilunar es mayor de 80 grados. El hueso grande se desplaza en sentido dorsal y el ángulo grande-semilunar puede aumentar por encima de los 30 grados.⁴⁹

En la inestabilidad segmentaria volar, existe una flexión palmar de la articulación radio-semilunar acompañada por una extensión patológica de la articulación hueso grande-semilunar cuando la muñeca se encuentra en posición neutra. El ángulo escafoides-semilunar desciende por debajo de los 30 grados y el ángulo grande-semilunar sobrepasa los 30 grados.⁴⁹

Los dos patrones de inestabilidad descritos se subdividen a su vez en: inestabilidad carpiana disociativa e inestabilidad carpiana no disociativa. En el primero de los casos, existe lesión de uno o más ligamentos intercarpianos haciéndose incompetentes e impidiendo que los huesos del carpo se muevan en conjunto. En la inestabilidad carpiana no disociativa los ligamentos intercarpianos están intactos y los huesos del carpo se mueven al unísono.⁴⁶ Las causas más frecuentes de inestabilidad disociativa son: la rotura completa del LEL y/o del LLP y las fracturas de escafoides (estas se comportan como las roturas del LEL).⁴⁴ La inestabilidad no disociativa puede ser secundaria a fracturas de radio distal (con pérdida de la angulación volar normal del radio distal), varianza ulnar positiva, inestabilidad mediocarpiana o a alteraciones de la articulación escafoides-trapecio-trapezoide.⁶⁸

FRACTURAS Y NECROSIS AVASCULAR

La RM es una técnica muy sensible para la detección y caracterización de las lesiones óseas. Fracturas que pasan desapercibidas en los estudios radiológicos convencionales pueden manifestarse en RM como edema óseo y una sutil interrupción

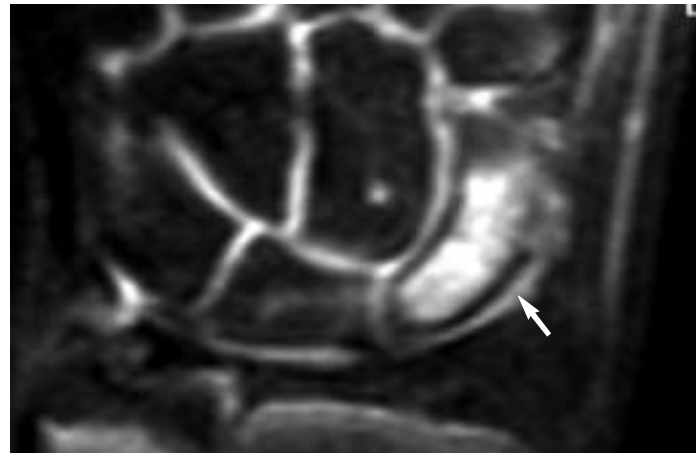


Fig. 7. Paciente con fractura de escafoides que pasó desapercibida en el estudio radiológico simple. Se evidencia una sutil línea de fractura (flecha) en el tercio medio del escafoides y extenso edema en los dos fragmentos óseos. Coronal DP TSE con supresión de la grasa (1800/31)

de la arquitectura trabecular normal (Fig. 7). La RM ha revolucionado el manejo de la necrosis avascular (NAV). Esta afecta con mayor frecuencia al escafoides y semilunar (enfermedad de Kienbock) y ocasionalmente al hueso grande y ganchoso; la necrosis del resto de los huesos del carpo es excepcional. El patrón de vascularización de los huesos del carpo es un factor determinante principal del riesgo e incidencia de NAV. El diagnóstico precoz es de gran importancia en el tratamiento y pronóstico funcional de estos pacientes. Sin embargo, el diagnóstico de la NAV es difícil y con frecuencia se realiza en fases avanzadas cuando ya existe una isquemia irreversible de la médula ósea. La presencia de esclerosis ósea en las radiografías y TC, signos clásicamente considerados como indicativos de osteonecrosis, no se correlaciona con el grado de vascularización en estudios de NAV con correlación histológica. La gammagrafía ósea es una técnica muy sensible en el diagnóstico precoz de la NAV pero con baja especificidad y escasa resolución espacial. La RM es la técnica de elección en el diagnóstico precoz de esta patología permitiendo realizar el tratamiento antes que se produzca el colapso óseo.

Vascularización del carpo

Gelberman¹³ identificó los patrones de vascularización de los huesos del carpo que se correlacionan con una mayor incidencia de NAV. Los huesos del carpo se clasifican en tres grupos en base al número y localización de los vasos nutricios, presencia o ausencia de anastomosis intraóseas y dependencia de amplias zonas del hueso de un único vaso (Tabla 1).

Grupo 1: Formado por el escafoides, hueso grande y el 8% de semilunares. Tienen vasos que penetran por una única superficie y amplias zonas del hueso dependen de un único vaso nutricional. Este grupo es el más vulnerable al desarrollo de NAV postraumática.

Grupo 2: Ganchoso y trapezoide; se caracterizan por dos o más áreas de entrada vascular pero sin anastomosis intraóseas significativas. La NAV de estos huesos es excepcional.

Grupo 3: Trapecio, piramidal, pisiforme y 92% de semilunares. Tienen múltiples anastomosis intraóseas y su riesgo de NAV es muy bajo.

Fracturas de escafoides y necrosis avascular

El escafoides es el hueso del carpo que se fractura con mayor frecuencia y, considerando todas las fracturas de la muñeca, es el segundo sólo por detrás del radio distal.³¹ La fractura de escafoides se produce generalmente en individuos jóvenes por una caída sobre la mano en flexión dorsal.³ El 70% de las fracturas afectan al tercio medio del escafoides, el 20% al tercio proximal y sólo el 10% al tercio distal.⁵⁷ Es frecuente el desarrollo de complicaciones tras una fractura de escafoides como el retraso de la consolidación, pseudoartrosis, inestabilidad carpiana, artrosis, síndrome del túnel del carpo o distrofia simpática refleja.¹¹ El gran número de complicaciones existente puede ser atribuido a la peculiar anatomía vascular de este hueso, especialmente en el polo proximal. Su precaria vascularización lo hace vulnerable a la isquemia postraumática y NAV.

Los estudios de Gelberman y Menon¹⁴ demuestran que el escafoides recibe la vascularización fundamentalmente de la arteria radial mediante ramas dorsales y volares que penetran en el hueso a través de su segmento distal. Estas ramas proporcionan aproximadamente el 80% del flujo sanguíneo total del escafoides. El 20% restante es aportado por vasos palmares que penetran a través del polo distal y tubérculo del escafoides. Gelberman y Menon no consiguieron encontrar conexiones intraóseas entre estas dos áreas de vascularización, ni flujo sanguíneo a través del LEL. Sin embargo, Landsmeer³⁰

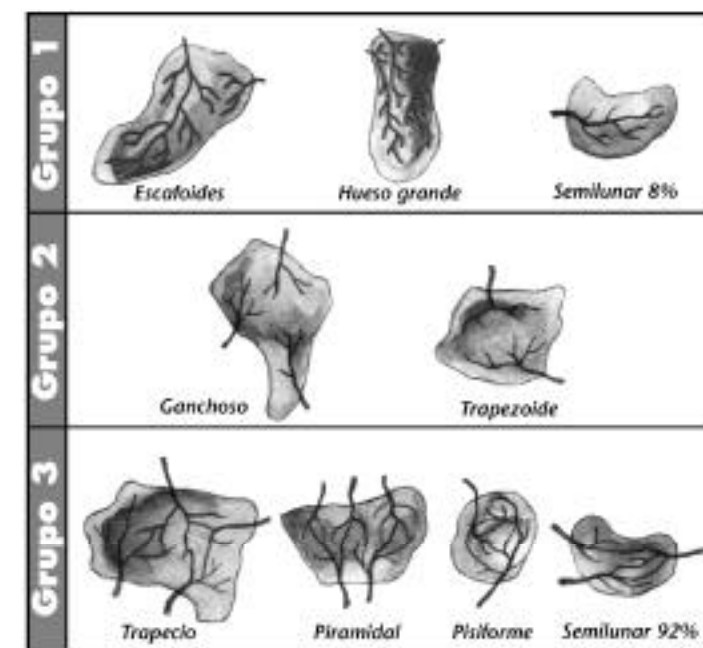


Tabla 1. Patrones de vascularización de los huesos del carpo de Gelberman.

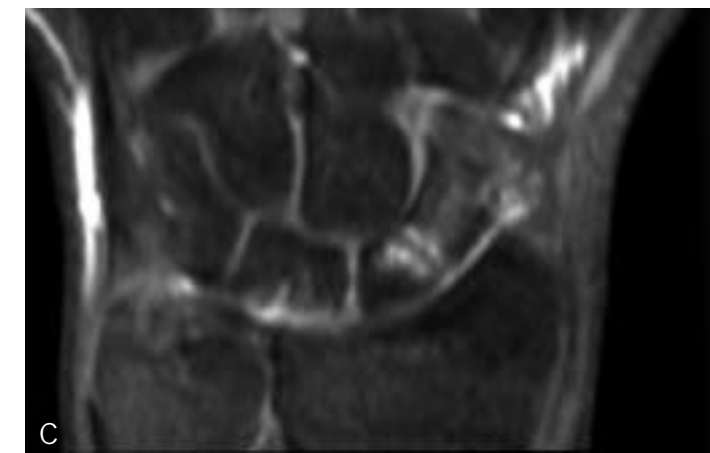
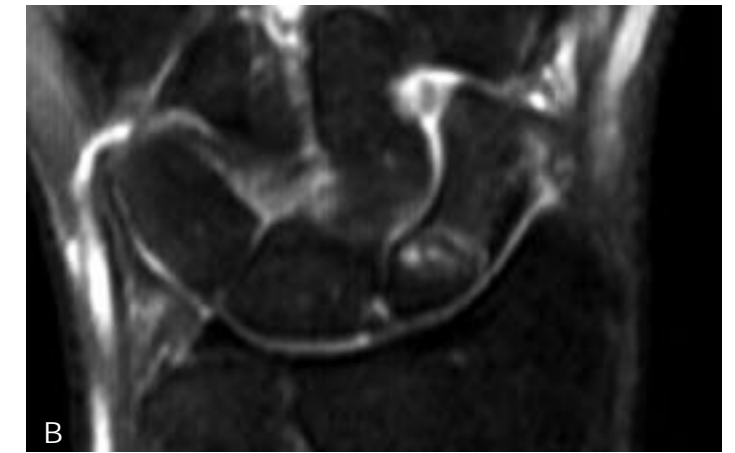
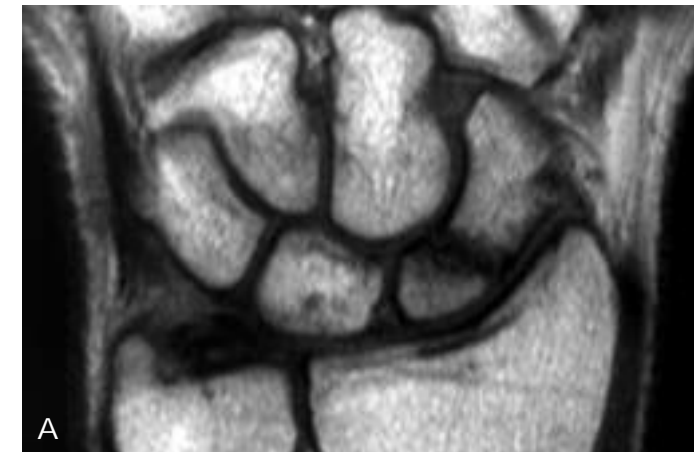


Fig. 8. Pseudoartrosis de escafoides con isquemia severa del fragmento proximal isointenso al resto de los huesos del carpo en T1 (a), heterogéneo en DP (b), observándose tras la administración de contraste (c) una zona distal viable y ausencia de realce en el polo proximal. Coronal T1 SE (625/18), DP TSE con supresión de la grasa (1800/31) y T1 SE con supresión grasa (500/20) y administración de gadolinio.

demostró que el ligamento radio-escafo-lunar o ligamento de Testut es una estructura neurovascular que suple al LEL y puede vascularizar el polo proximal del escafoides. La NAV completa después de una fractura de escafoides, especialmente si el LEL permanece intacto, es rara, presentándose tan sólo en el 5-10% de los casos; sin embargo, es frecuente encontrar una disminución de la vascularización del polo proximal.¹⁶

La presencia de NAV en el fragmento proximal es un factor clave en el éxito o fracaso del tratamiento quirúrgico de las pseudoartrosis del escafoides.¹⁵ Aunque el diagnóstico de NAV no es sencillo, la RM ha demostrado ser un método fiable, superior a otras técnicas de diagnóstico por imagen, para conocer el estado vascular del fragmento proximal en las fracturas agudas y pseudoartrosis del escafoides.⁴² Las imágenes de RM en las pseudoartrosis de escafoides son complejas de interpretar ya que en un corte puede existir una señal baja o intermedia, y en el contiguo una señal normal. Esto refleja la peculiar vascularización del escafoides, que condiciona un patrón parcheado de isquemia, existiendo osteocitos muertos adyacentes a células viables.⁶³ Las secuencias potenciadas en T1 (Fig. 8 a) no son muy útiles para el diagnóstico de NAV; la señal de resonancia puede ser normal en casos con necrosis incipiente y saponificación de la grasa. Las áreas de baja señal en T1 no significan ne-

cesariamente necrosis, pueden reflejar isquemia y hueso potencialmente viable.⁴ Las imágenes potenciadas en T2 o DP con supresión grasa (Fig. 8 b) tampoco ayudan mucho, en la NAV puede existir una señal de resonancia baja, normal o alta, y generalmente adoptando un patrón parcheado. Con la inyección de gadolinio es posible detectar precozmente la reducción del flujo sanguíneo en el fragmento proximal, especialmente empleando secuencias potenciadas en T1 con supresión de la grasa (Fig. 8 c). En estas circunstancias, la ausencia de realce del fragmento proximal del escafoides significa falta de perfusión sanguínea y en consecuencia podemos conocer el grado de isquemia o la extensión de la necrosis.⁴

El tratamiento de la NAV de escafoides en ausencia de cambios degenerativos periescafoideos o colapso carpiano establecido es la revascularización e injerto óseo. En pacientes con pseudoartrosis de escafoides de larga evolución con cambios degenerativos avanzados en la muñeca estarían indicadas la carpectomía proximal o la artrodesis total de muñeca.

La NAV idiopática o enfermedad de Preiser es una rara entidad descrita en 1910.⁴³ Es discutido si se trata de una osteonecrosis espontánea o representa un proceso patológico secundario a traumatismos repetidos.¹⁰ En la RM se observan áreas de baja señal en secuencias T1 y una señal parcheada he-

terogénea en secuencias T2. Gelberman sugiere que la etiología de la enfermedad de Preiser podría estar relacionada con lesiones del LES por un estrés repetitivo que en pacientes susceptibles podría interferir con la afluencia vascular al polo proximal del escafoides. Para este autor, la varianza ulnar positiva también podría ser un factor significativo. Esta enfermedad se clasifica de forma análoga a la enfermedad de Kienböck en cuatro estadios. El pronóstico y tratamiento dependen del estadio en que se encuentre. En los estadios precoces (1 y 2) se debe intentar revertir el proceso con procedimientos descompresivos (osteotomía radial) para evitar el colapso óseo; otra alternativa terapéutica serían los injertos óseos vascularizados. En el estadio 3 (isquemia ósea irreversible o necrosis completa) y en el estadio 4 (cambios degenerativos radiocarpianos) se realiza carpectomía proximal o artrodesis total de la muñeca.

Enfermedad de Kienböck

La primera descripción de la necrosis del semilunar fue realizada por Kienböck en 1910.²⁴ Es una enfermedad de comienzo insidioso más frecuente en hombres jóvenes. Se manifiesta por dolor moderado, tumefacción y pérdida de la fuerza de prensión.

Existen diferentes teorías sobre la etiología de esta enfermedad. Hulten,²⁰ en 1928, encontró correlación entre la varianza ulnar negativa y la enfermedad de Kienböck (EK). En estos casos el cúbito corto condiciona un incremento de la carga mecánica sobre el semilunar. La mayor parte de la superficie de este hueso está recubierta por cartilago restando únicamente dos pequeñas áreas libres para el acceso del aporte vascular: una en la superficie dorsal y la otra en el polo palmar. La disrupción traumática de esta precaria vascularización es otra de las teorías patogénicas apuntadas.¹²

La RM es la primera técnica de imagen, después del estudio radiológico simple, que se debe emplear ante la sospecha de EK. Esta enfermedad ha sido clasificada en cuatro estadios en función de su apariencia radiológica.³² Los hallazgos en RM también pueden ser agrupados de acuerdo con esta clasificación.

Estadio I

La radiografía simple suele ser normal en este estadio. La gammagrafía ósea es sensible pero poco específica en las fases precoces de la EK. La RM tiene una sensibilidad igual o mayor que la gammagrafía y una especificidad superior.

En este estadio, el semilunar conserva una morfología normal, se observan áreas de alteración de señal de comporta-

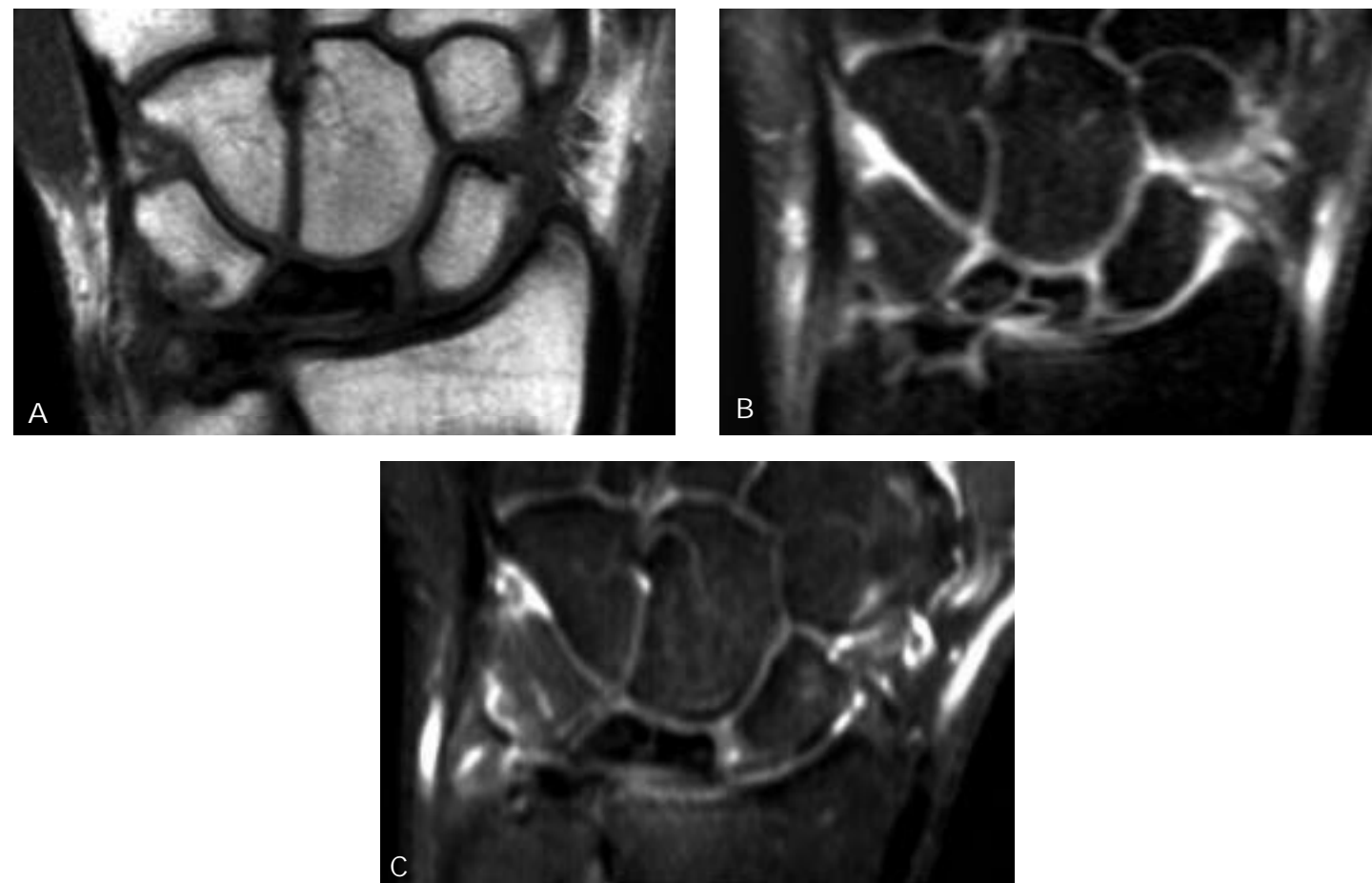


Fig. 9. Enfermedad de Kienböck estadio III. Pérdida de altura del semilunar que presenta pequeñas líneas de fractura y muestra un comportamiento de señal hipointenso en T1 (a) y DP (b), no evidenciándose realce tras la administración de contraste (c). Coronal T1 SE (625/18), DP TSE con supresión de la grasa (1800/31) y T1 SE con supresión grasa (500/20) y administración de gadolinio.

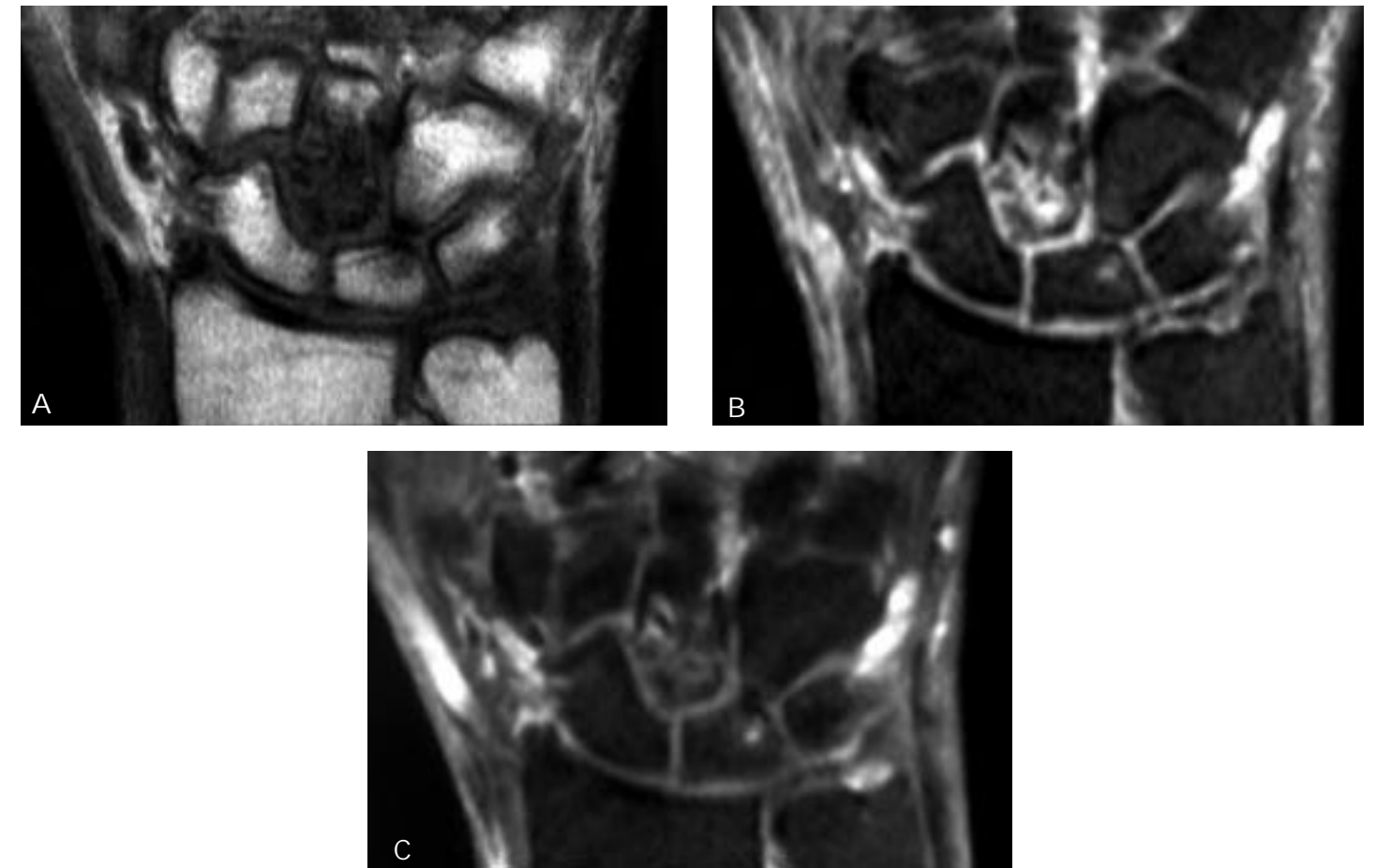


Fig. 10. Necrosis avascular del hueso grande. Alteración de señal de los dos tercios proximales del hueso grande de comportamiento hipointenso en T1 (a), hipointenso en DP (b), con captación heterogénea del contraste paramagnético (c). Se observan igualmente cambios degenerativos incipientes en la articulación gancho-semilunar. Coronal T1 SE (625/18), DP TSE con supresión de la grasa (1800/31) y T1 SE con supresión grasa (500/20) y administración de gadolinio.

miento hipointenso en secuencias T1 e hipointenso o heterogéneo, con focos de alta señal, en las imágenes potenciadas en T2. El empleo de gadolinio y secuencias T1 con supresión de la grasa permite detectar precozmente las alteraciones de perfusión existentes en la EK y determinar con precisión la extensión del hueso necrótico con buena correlación con los hallazgos histológicos.⁴⁸ En las fases iniciales, la alteración de señal está limitada a pequeños focos en la región dorsal o volar del hueso, o puede existir una afectación central o periférica, conservando el resto del hueso una señal de resonancia normal.⁵⁷

Estadio II

La radiografía simple muestra esclerosis del semilunar. En la RM, se observa una alteración de señal que afecta a todo o a la práctica totalidad del semilunar. Tiene un comportamiento hipointenso en T1 e hipointenso con focos, en ocasiones, de señal intermedia en T2. Las áreas con vascularización conservada presentan una señal hiperintensa en T2, siendo indicadores de buen pronóstico en los estudios de seguimiento. Aunque el semilunar conserva en este estadio una morfología normal, puede observarse una discreta disminución de su diámetro cráneo-caudal en las fases tardías.^{57, 17}

Estadio III

Se produce colapso cráneo-caudal del semilunar, aumentando su diámetro en el plano sagital. Con la evolución de la enfermedad el hueso se fragmenta, observándose líneas de fractura orientadas en el plano coronal. La alteración de señal de la médula ósea es similar a la descrita en el estadio II (Fig. 9). Se pueden identificar cambios degenerativos del cartilago articular.^{57, 17}

Como consecuencia de la pérdida de altura del semilunar se produce una migración proximal del hueso grande y disociación escafo-semilunar. El escafoides rota a través de su eje mayor, adquiriendo una posición más horizontal (subluxación rotatoria). El piramidal también rota a través de su eje mayor y se desplaza hacia el centro del carpo. Este estadio se subdivide en IIIA –relación espacial normal entre el semilunar y huesos adyacentes– y IIIB –subluxación del escafoides y piramidal–.¹⁷

Estadio IV

Caracterizado por los cambios degenerativos de las articulaciones radiocarpiana e intercarpianas. No se observan áreas de hiperseñal en secuencias T2 en el semilunar. En los estadios avanzados existe sinovitis y derrame articular, debido a la

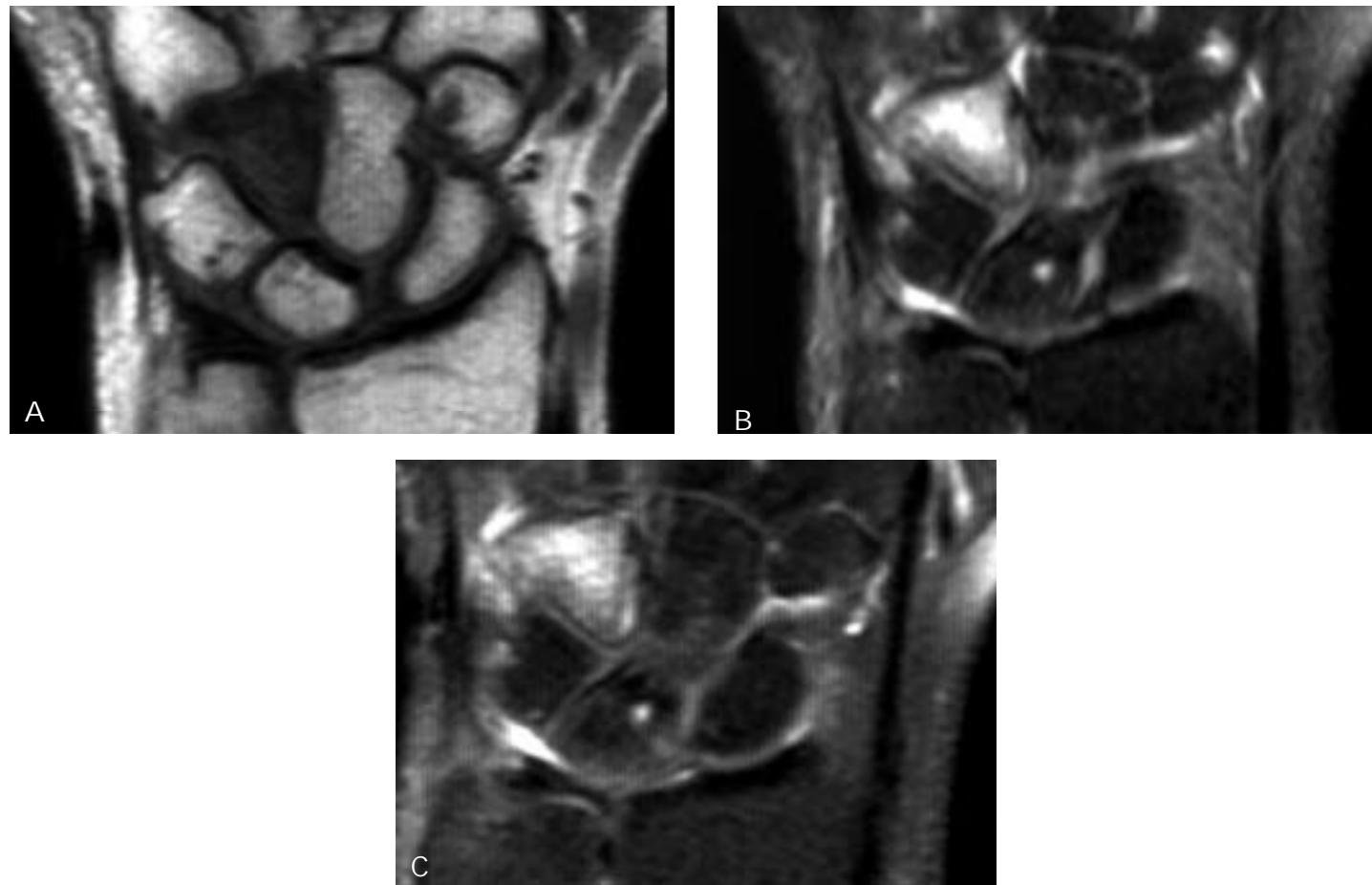


Fig. 11. Necrosis avascular del ganchoso. Alteración de señal difusa del hueso ganchoso hipointensa en T1 (a) e hiperintensa en DP (b). Tras la administración de gadolinio experimenta un realce intenso y homogéneo (c). Coronal T1 SE (625/18), DP TSE con supresión de la grasa (1800/31) y T1 SE con supresión grasa (500/20) y administración de gadolinio.

irritación continua de la sinovial que producen los fragmentos osteocondrales y detritus de hueso necrótico.^{57, 17}

El tratamiento depende de la varianza ulnar, fase de la enfermedad y actividad del paciente. En los estadios precoces sin cambios en el cartilago articular, ausencia o colapso mínimo del semilunar y sin patrón de inestabilidad carpiana, el tratamiento consiste en procedimientos que conducen a la descarga y revascularización del semilunar. En estadios tardíos con patrón de inestabilidad establecido y cambios degenerativos el tratamiento sería la artrodesis. Los cambios en la estrategia terapéutica se producen con la transición desde el estadio IIIA al IIIB.

Necrosis avascular de otros huesos del carpo y la mano

La NAV del hueso grande es una entidad poco frecuente,²⁹ probablemente de etiología traumática, que afecta generalmente a su polo proximal. En los estudios de RM se comporta de forma similar a la descrita en la NAV del escafoides o del semilunar (Fig. 10). El hueso grande, al igual que el escafoides, tiene una vascularización retrógrada tipo I de Gelberman

que condiciona un alto riesgo de NAV. En el 70% de los casos tiene ramas nutrientes que penetran por vía dorsal y palmar distal con un trayecto intraóseo retrógrado sin anastomosis. En el 50% de los casos sólo alcanzan el polo proximal los vasos palmares. Únicamente en un 30% de pacientes existe evidencia de anastomosis intraóseas. El hueso grande se lesiona con mucha menos frecuencia que el escafoides y semilunar. Para que se produzca una fractura de este hueso se necesita un traumatismo de alta energía, asociándose frecuentemente su lesión con fracturas de otros huesos del carpo. La NAV del hueso grande se clasifica, en función de la localización, en: tipo I con afectación cefálica, tipo II con afectación del cuerpo y tipo III con afectación difusa.

Existen pocos casos descritos en la literatura de necrosis del ganchoso (Fig. 11). Posee una vascularización similar a la del escafoides, mediante ramas intraóseas que penetran a través del segmento distal del hueso. Las fracturas agudas o los traumatismos repetidos pueden dañar su precaria vascularización y causar la necrosis de su polo proximal.⁶⁴ La NAV de la apófisis unciforme del ganchoso es un hecho relativamente frecuente después de su fractura; esta pasa frecuentemente desapercibida en los estudios radiológicos convencionales. El tra-

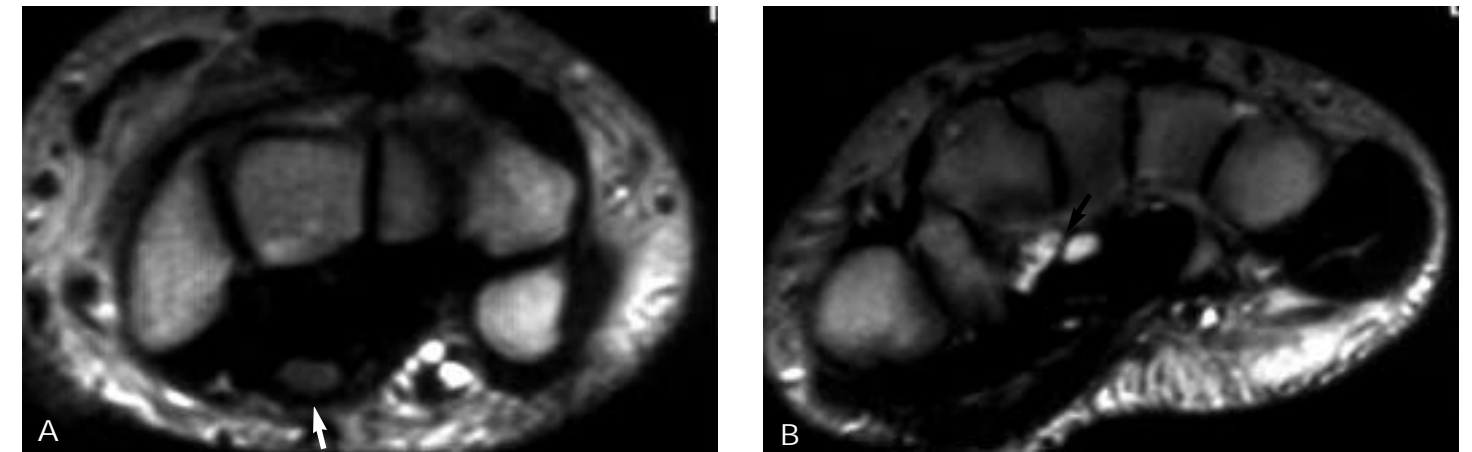


Fig. 12. Síndrome del túnel carpiano causado por un pequeño ganglión. Corte axial a nivel del hueso pisiforme (a) que muestra un nervio mediano engrosado (flecha). En la región distal del túnel carpiano (b) el nervio mediano aparece aplanado, observándose un ganglión multiloculado (flecha) con aparente origen en la articulación trapecio-trapezoide. Axial T2 TSE (2344/95).

tamiento consiste en resección del gancho que tiene escasa repercusión funcional. Por lo tanto, la RM generalmente no se realiza para el diagnóstico de la viabilidad del fragmento desprendido del gancho del ganchoso.

La necrosis de las cabezas de los metacarpianos (enfermedad de Mauclaire), es una entidad de etiología no aclarada que afecta a personas jóvenes. En los estudios radiológicos, se observa un aplanamiento de las cabezas de los metacarpianos y ensanchamiento del espacio articular, junto con cambios degenerativos sobreañadidos en los casos evolucionados. Fragmentos osteocondrales y periostitis con engrosamiento cortical de la metafisis son hallazgos típicos. Son también frecuentes las alteraciones del crecimiento por el cierre precoz de las epifisis.

La necrosis de la base de las falanges o enfermedad de Thiemann afecta a las falanges proximales del segundo y tercer dedos. Los hallazgos radiológicos son similares a los descritos en la enfermedad de Mauclaire.

Durante el periodo de crecimiento, pueden producirse necrosis de las epifisis secundarias a fracturas o epifisiolisis cuando la lesión afecta a los vasos del segmento distal de las metafisis.⁴⁸

SÍNDROMES DE COMPRESIÓN NEURAL

Síndrome del túnel carpiano

El túnel del carpo está limitado por la superficie volar del carpo y el retináculo flexor; gruesa banda fibrosa que se inserta medialmente en el pisiforme y la apófisis unciforme del ganchoso y lateralmente en el tubérculo del escafoides y el trapecio. Los tendones del flexor superficial y profundo de los dedos y el tendón del flexor largo del primer dedo acompañan al nervio mediano a su paso por el túnel carpiano.⁶⁹

El síndrome del túnel carpiano es el más frecuente de los síndromes de compresión neural. Afecta a pacientes entre los

30 y 60 años; es más frecuente en mujeres (relación 3-5:1); y es bilateral en más del 50% de los casos.⁶ Los pacientes presentan entumecimiento o parestesias de la superficie palmar de los dedos pulgar, índice y medio y de la mitad radial del dedo anular. El dolor puede extenderse al antebrazo y menos a menudo al hombro y al cuello, incrementándose durante la noche. En la fase tardía, aparece debilidad y atrofia de los músculos de la eminencia tenar, lo cual puede ocurrir sin síntomas sensitivos importantes.

La compresión del nervio mediano en la muñeca puede ser consecuencia de un aumento de volumen del túnel carpiano (tenosinovitis, derrame, enfermedades inflamatorias sistémicas, hipotiroidismo, acromegalia, embarazo), reducción de volumen del túnel del carpo (deformidad ósea postraumática que reduce el tamaño del túnel), o debido a lesiones ocupantes de espacio (ganglión, lipoma, tumores del nervio mediano, arteria mediana persistente) (Fig. 12 b).

En la mayoría de los pacientes con síndrome del túnel del carpo el diagnóstico se realiza en base a la historia clínica, el examen físico y los estudios de conducción nerviosa del nervio mediano. La RM es útil en aquellos casos en los que la clínica y estudios de conducción nerviosa no son concluyentes. Las imágenes axiales son las que proporcionan una mejor visualización de las diferentes estructuras del túnel carpiano. Los hallazgos en RM asociados al síndrome del túnel carpiano son:

- Engrosamiento del nervio mediano proximal al túnel carpiano (se evalúa mejor a la altura del pisiforme) (Fig. 12 a).
- Aplanamiento del nervio mediano a la altura del ganchoso (es probablemente el signo de menor valor, ya que algún grado de aplanamiento es visto en casi todos los pacientes) (Fig. 12 b).
- Abombamiento del retináculo flexor (se evalúa mejor en la región distal del túnel carpiano entre el gancho del ganchoso y el tubérculo del trapecio).
- Aumento de señal del nervio mediano en las imágenes potenciadas en T2.³⁷

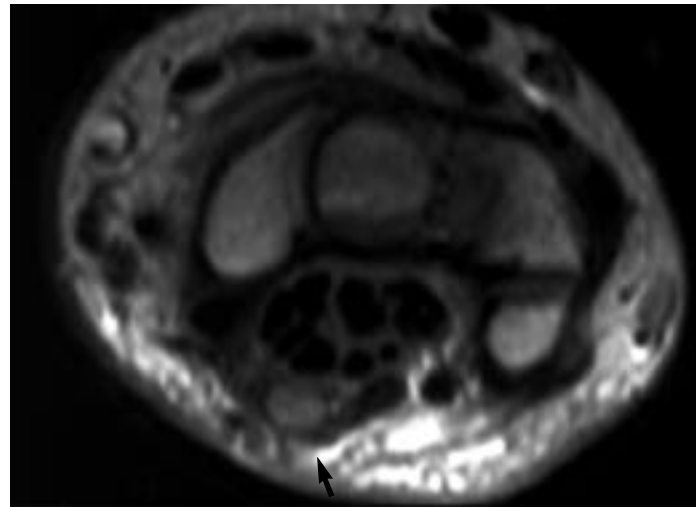


Fig. 13. Paciente con recidiva de síndrome del túnel carpiano tras tratamiento quirúrgico. En la región proximal del túnel carpiano el nervio mediano (flecha) está engrosado y rodeado por tejido fibroso. Axial T2 TSE (2344/95).

Otra de las indicaciones de la RM en el síndrome del túnel carpiano son aquellos casos en los que persiste la clínica después del tratamiento quirúrgico. La RM puede demostrar la existencia de tejido fibroso o cicatricial que rodea al nervio mediano y produce inflamación del mismo (Fig. 13), o una excisión incompleta del retináculo flexor.³⁷

Síndrome del túnel cubital (canal de Guyon)

El síndrome del túnel cubital se produce por compresión del nervio cubital en la muñeca. Las aplicaciones de la RM son similares a las descritas en el síndrome del túnel carpiano. El canal de Guyon es un túnel fibro-óseo localizado en la región anteromedial de la muñeca –entre el pisiforme y el gancho del ganchoso– que contiene el nervio y la arteria cubital. El nervio cubital se di-

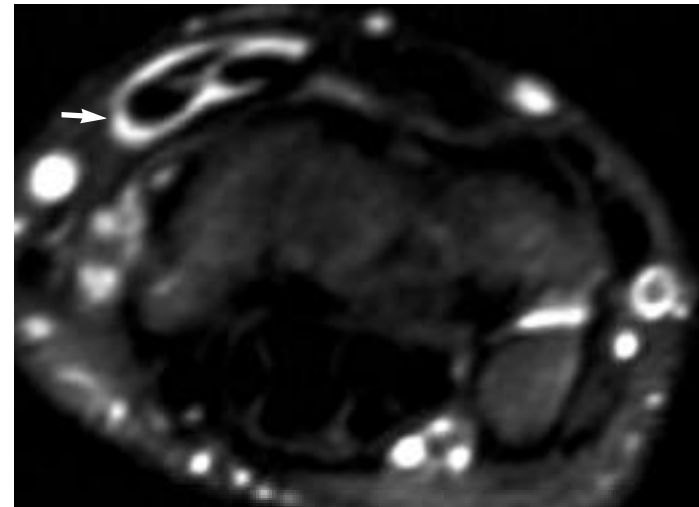


Fig. 14. Tenosinovitis de los extensores radiales del carpo y del extensor del primer dedo. Se observa líquido que distiende la vaina de los tendones rodeándoles por completo (flecha). Axial DP TSE con supresión de la grasa (1800/31).

vide en su interior en una rama profunda motora y otra superficial sensitiva; puede ser comprimido en cualquier lugar a lo largo de su curso en el canal de Guyon, provocando alteraciones sensitivas y motoras, sólo motoras, o –raramente– sólo sensitivas. La mayoría de los casos son provocados por gangliones carpianos o traumatismos repetidos en la región hipotenar.²⁶

TENDONES

La tenosinovitis es un proceso inflamatorio inespecífico que puede afectar en la muñeca tanto al compartimento flexor como al extensor. La etiología es diversa incluyendo artritis, procesos infecciosos o traumatismos. Los tendones están engrosados y muestran un aumento de señal intrasustancial. La vaina tendinosa también aparece engrosada y con aumento de su

señal debido al edema y acúmulo de productos inflamatorios (Fig. 14). Los espacios más frecuentemente afectados son el primer compartimento extensor –enfermedad de De Quervain– y el sexto compartimento extensor de la muñeca –tendón extensor cubital del carpo–.²⁵

La enfermedad de De Quervain es una tenosinovitis del primer compartimento dorsal de la muñeca (Fig. 15). Afecta a los tendones abductor largo y extensor corto del pulgar a su paso por un túnel fibro-óseo creado entre la apófisis estiloides radial y el retináculo extensor. Es una enfermedad más frecuente en mujeres, bilateral en el 30% de los casos, precedida en ocasiones por una historia de traumatismo directo o de microtraumatismos repetidos. Clínicamente se observa dolor y tumefacción a la altura de la apófisis estiloides radial. En RM existe un engrosamiento de la vaina tendinosa e hiperintensidad rodeando a los tendones en las imágenes potenciadas en T2. El aumento de señal de los tendones indica la presencia de tendinitis concomitante. Con la progresión de la enfermedad se produce tejido cicatricial en la vaina tendinosa, debido a la inflamación crónica, que estenosa el túnel fibro-óseo y empeora los síntomas.^{57, 25}

La RM también es útil para diagnosticar roturas tendinosas tanto en el compartimento flexor como extensor. La rotura puede ser secundaria a enfermedades inflamatorias como la artritis reumatoide, o causada por un traumatismo. Las imágenes de RM muestran una solución de continuidad parcial o completa de la baja señal normal del tendón.

ARTROPATÍAS DE LA MUÑECA Y LA MANO

La radiografía simple es la prueba diagnóstica de elección en la valoración de las artropatías de la muñeca y la mano. Sin embargo, en casos seleccionados, la RM puede aportar datos importantes que modifiquen el diagnóstico o tratamiento del paciente.

Enfermedad degenerativa articular

Una de las enfermedades articulares con la que más frecuentemente se enfrentan los radiólogos es la artrosis o enfermedad degenerativa articular. Esta puede ser primaria (idiopática) o secundaria a procesos inflamatorios, metabólicos o lesiones traumáticas (ya sea por traumatismos importantes o por la suma de microtraumatismos repetidos a lo largo de años). En la mano y la muñeca, la artrosis primaria afecta fundamentalmente a la primera articulación carpo-metacarpiana y las articulaciones interfalángicas distales, mientras que la artrosis secundaria puede afectar a cualquier articulación.² Los datos característicos de la enfermedad degenerativa articular son la disminución del espacio articular, pérdida del cartilago articular, esclerosis subcondral, formación de quistes y osteofitos marginales (Fig. 16).

Los cambios degenerativos iniciales que afectan al cartilago articular son difíciles de detectar en los estudios de RM debido al pequeño tamaño de este. Se valoran mejor en las imágenes potenciadas en T2 cuando existe derrame articular. En ocasiones, se observan signos de edema en el hueso subcondral adyacente o áreas de señal intermedia en todas las secuencias de pulso que representan tejido de granulación y fibrosis. En las etapas avanzadas de la enfermedad, se evidencian extensas áreas de denudación del cartilago articular, engrosamiento sinovial, derrame articular, osteofitos marginales, y áreas de baja señal subcondral en todas las secuencias que corresponden a la esclerosis que aparece en las radiografías simples.²

La muñeca SLAC (colapso escafo-semilunar avanzado) representa una forma común de enfermedad degenerativa articular, asociada con colapso gradual y pérdida del soporte ligamentario. Las alteraciones iniciales, como la pérdida del cartilago articular y esclerosis subcondral de la estiloides radial, aparecen en la RM antes de que sea visible algún cambio en las radiografías convencionales. Posteriormente, en el curso de la

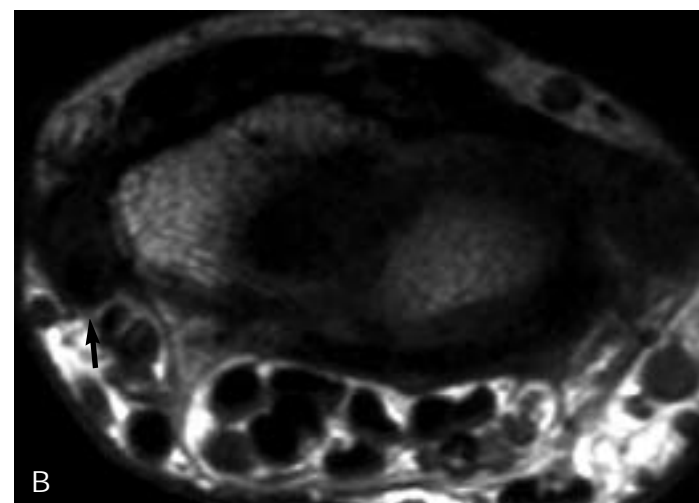
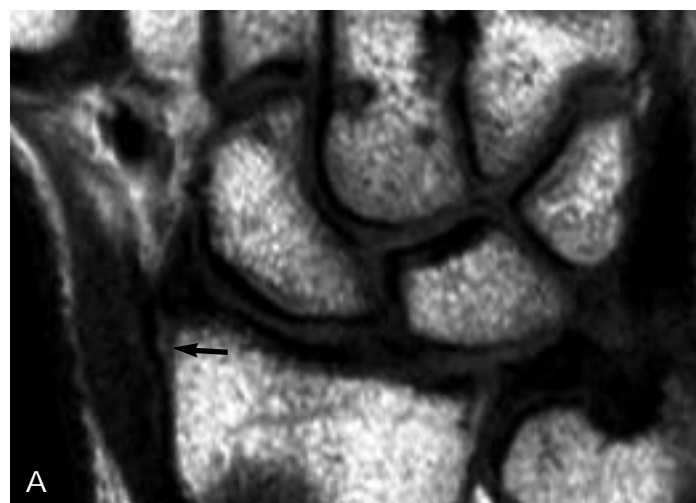


Fig. 15. Tenosinovitis de De Quervain. a y b) Engrosamiento y alteración de señal de la vaina tendinosa y tendones abductor largo y extensor corto del pulgar a la altura de la apófisis estiloides radial (flechas). Coronal y axial T1 SE (625/18).

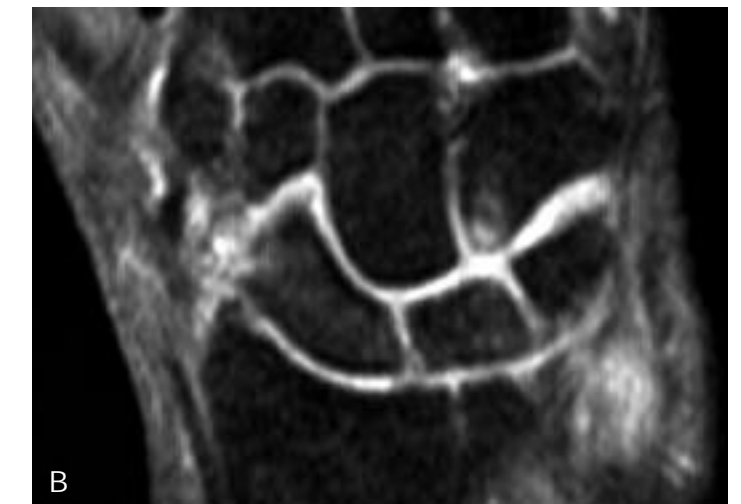
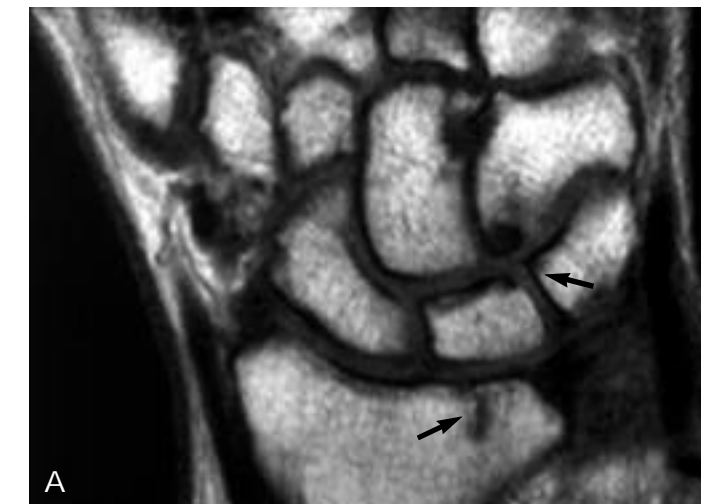


Fig. 16. Enfermedad degenerativa articular. Se observa esclerosis y formación de pequeños quistes subcondrales en la articulación entre el ganchoso y semilunar, así como en la faceta articular radial para el semilunar (flechas en a). Coronal T1 SE (625/18) (a) y DP TSE con supresión de la grasa (1800/31) (b).

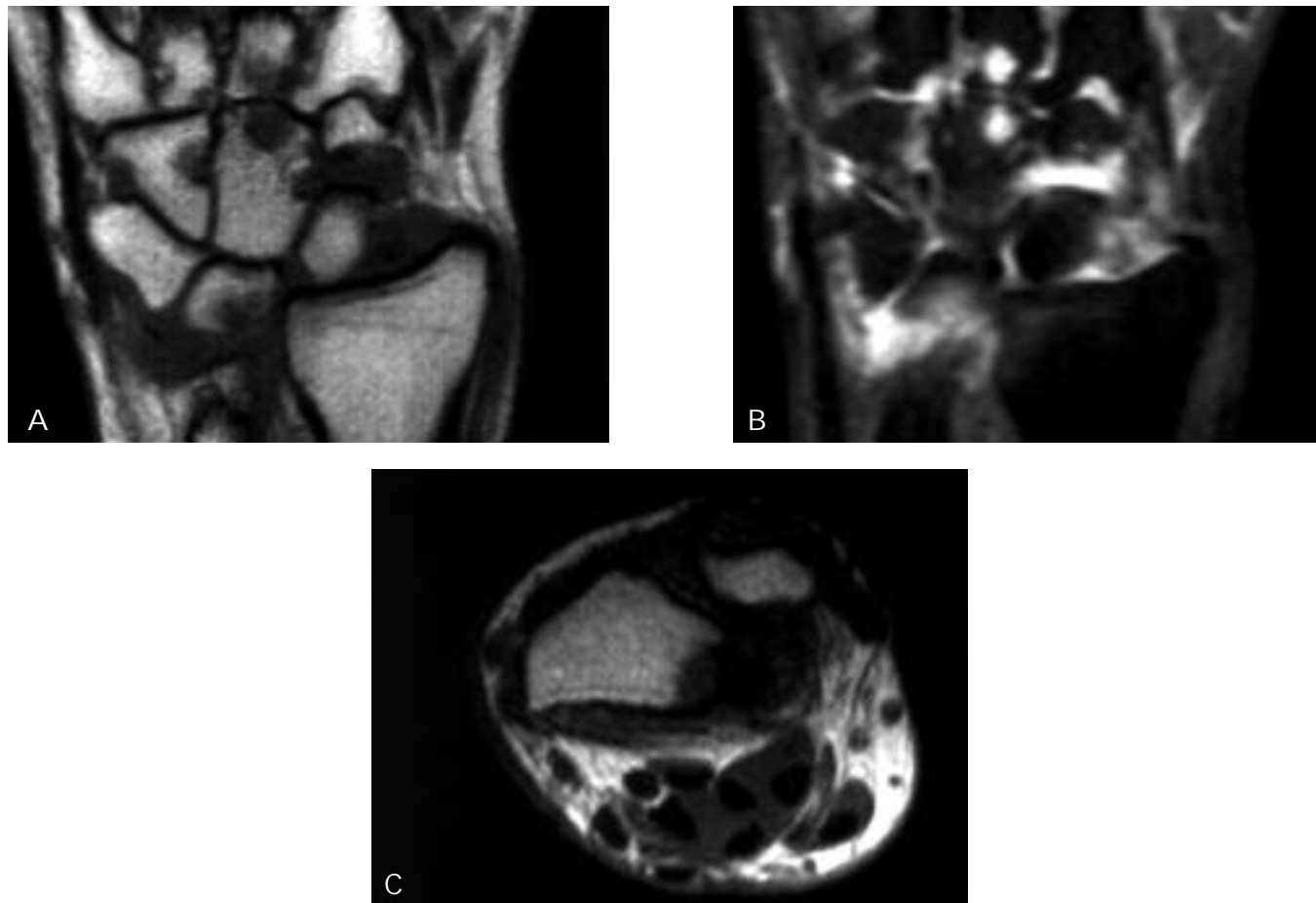


Fig. 17. Artritis reumatoide. Las imágenes coronales (a y b) muestran múltiples erosiones óseas que afectan tanto a los huesos del carpo como a las bases de los metacarpianos y marcado engrosamiento del tejido sinovial ("pannus"). En el corte axial (c) se observa una luxación dorsal del cúbito y sinovitis en la articulación radiocubital y entre los tendones flexores de los dedos. Coronal T1 SE (625/18) y DP con supresión de la grasa (1800/31), axial T1 SE (625/18).

enfermedad, se produce un pinzamiento del espacio radio-escafoideo, subluxación rotatoria y colapso del escafoides, y migración proximal del hueso grande hacia el intervalo escafo-semilunar.⁶⁶

Artritis reumatoide

La artritis reumatoide comienza como una enfermedad de los tejidos blandos que afecta al tejido sinovial articular, de las vainas tendinosas o bursas. Se produce osteopenia periarticular, erosiones óseas y adelgazamiento del cartilago articular en grado variable dependiendo de la severidad de la enfermedad y su respuesta al tratamiento.

En la fase aguda, el tejido sinovial inflamado tiene una señal intermedia en T1 y alta en T2, siendo difícil de diferenciar del derrame articular. La administración intravenosa de contraste paramagnético permite distinguir la sinovitis del líquido articular. La adquisición de las imágenes debe ser inmediata a la administración de contraste para evitar que éste difunda al espacio articular, haciendo indistinguible el derrame del tejido sinovial.²⁸ La sinovitis crónica muestra una señal intermedia

tanto en las imágenes T1 como T2. Este tejido patológico puede presentarse como una fina capa que se extiende a lo largo de la cápsula articular o formar masas de tejido sinovial ("pannus") que distienden la articulación, las vainas tendinosas o bursas sinoviales.²

La RM es superior a cualquier otra técnica de imagen en la detección precoz de las erosiones óseas que aparecen en esta enfermedad. En las imágenes T1, se ve un área de señal intermedia que reemplaza la alta señal de la médula ósea grasa y en las secuencias T2 se observa un foco de señal alta o intermedia en el área de la erosión (Figs. 17 a y b). Estas alteraciones de señal representan el tejido sinovial que penetra en la médula ósea en el lugar de la rotura de la cortical. Las erosiones se producen típicamente en la periferia del cartilago articular donde el tejido sinovial inflamado está en contacto directo con el hueso cortical.

En la artritis reumatoide con sinovitis severa son frecuentes los cambios degenerativos o roturas de los tendones y ligamentos de la muñeca. Otra complicación frecuente es la luxación o subluxación de las articulaciones de la muñeca (Fig. 17 c), la mano y los dedos que normalmente se produce en sentido cubital y volar.²

Otras artropatías de la muñeca y la mano

Las artritis seronegativas son un grupo de enfermedades ligadas al antígeno de histocompatibilidad HLA-B27. Se incluyen en este grupo la espondilitis anquilosante, la enfermedad inflamatoria intestinal, la artritis psoriásica y el síndrome de Reiter. Se caracterizan por una afectación predominante de la columna vertebral y extremidades inferiores, pero también pueden localizarse en la mano y la muñeca. Es característica una combinación de sinovitis, erosiones marginales y formación de entesofitos. La neoformación ósea en las inserciones de los ligamentos, tendones o músculos no se visualiza adecuadamente en las imágenes de RM, pero se pueden evidenciar en estas regiones áreas de edema en la secuencias potenciadas en T2 (especialmente si se emplea la técnica de supresión grasa).²

Las artritis inducidas por cristales incluyen la gota, la pseudogota (enfermedad por depósito de cristales de pirofosfato de calcio) y la enfermedad por depósito de hidroxipatita (EDHA). El depósito de estos cristales produce inflamación del tejido sinovial que aparece en las imágenes de RM engrosado y edematoso, hiperintenso en las secuencias T2, asociándose con frecuencia derrame articular. Pueden formarse calcificaciones en los tejidos blandos periarticulares (tofo gotoso, tendinitis calcificante en la EDHA) que se comportan en RM como lesiones focales hipointensas en todas las secuencias, rodeadas a menudo de edema de las partes blandas adyacentes.²

Los hallazgos de la RM en la artritis por depósito de pirofosfato de calcio incluyen la hiperemia de la médula ósea, ensanchamiento del intervalo escafo-semilunar, migración proximal del hueso grande, y pinzamiento de las articulaciones radiocarpianas y metacarpofalángicas.⁵⁷ El pirofosfato de calcio puede depositarse también en el CFCT y en los ligamentos interóseos, favoreciendo su rotura.⁷¹

La sarcoidosis es una enfermedad crónica multisistémica que afecta de forma primaria los pulmones, pero también los huesos. En el sistema esquelético tiene predilección por las manos, donde causa lesiones líticas destructivas en la cortical de las falanges medias y distales. Puede afectar también a las articulaciones de la mano causando cambios similares a los de la artrosis. La RM muestra con mayor precisión que otras exploraciones radiológicas la extensión del tejido granulomatoso en las lesiones líticas y áreas de destrucción cortical. Este tejido tiene una señal baja o intermedia en secuencias potenciadas en T1 y alta en secuencias potenciadas en T2.⁵⁷

La sinovitis villonodular pigmentada (SVNP) es un proceso inflamatorio crónico de la sinovial que causa proliferación de la misma. Se produce una inflamación articular con formación de masas lobuladas de tejido sinovial que causan dolor y destrucción articular. Si se localiza en una vaina tendinosa se denomina tumor de células gigantes de la vaina tendinosa. En las imágenes de RM el tejido sinovial está engrosado formando una o varias masas que pueden producir erosiones óseas, existiendo normalmente derrame articular asociado. Con frecuencia se observan, en el tejido sinovial, focos de baja señal en todas las secuencias de pulso debidos al efecto paramagnético del depósito de hemosiderina. Es precisa una cuidadosa evaluación de la extensión

de la enfermedad antes del tratamiento, ya que su recurrencia está relacionada con la persistencia de tejido residual viable.²²

Las artritis infecciosas pueden ser causadas por inoculación directa del microorganismo agresor a través de una herida penetrante o por una sepsis provocada por un proceso infeccioso o una intervención quirúrgica reciente. La infección produce un severo engrosamiento sinovial que muestra una señal de resonancia intermedia en secuencias T1 e hiperintensa en secuencias T2. En algunas infecciones como la tuberculosis o las producidas por hongos pueden observarse lesiones líticas periarticulares.²

PATOLOGÍA DE LOS DEDOS

Anatomía

La articulación metacarpofalángica del pulgar posee en tres de sus caras fuertes estructuras ligamentosas. La cápsula está reforzada en las caras radial y cubital por los ligamentos colaterales propio y accesorio. El ligamento colateral cubital es más fuerte que el radial. Estos ligamentos proporcionan estabilidad a la articulación ante las fuerzas de desviación radial o cubital y, debido a su orientación oblicua, impiden la subluxación volar de esta. En la cara volar se sitúa el ligamento palmar, engrosamiento capsular que forma el suelo de la articulación. En su interior están los sesamoideos radial y cubital, lugar de inserción de la musculatura intrínseca del pulgar y de los ligamentos colaterales accesorios.^{34, 8}

Las articulaciones metacarpofalángicas de los dedos (Fig. 18) poseen igualmente ligamentos colaterales propios y accesorios, que estabilizan la articulación e impiden la subluxación volar durante el movimiento de flexión. Los ligamentos colaterales radiales son más gruesos, fuertes y con orientación más oblicua que los ligamentos colaterales cubitales. El ligamento palmar es similar al del pulgar, con un segmento proximal mem-

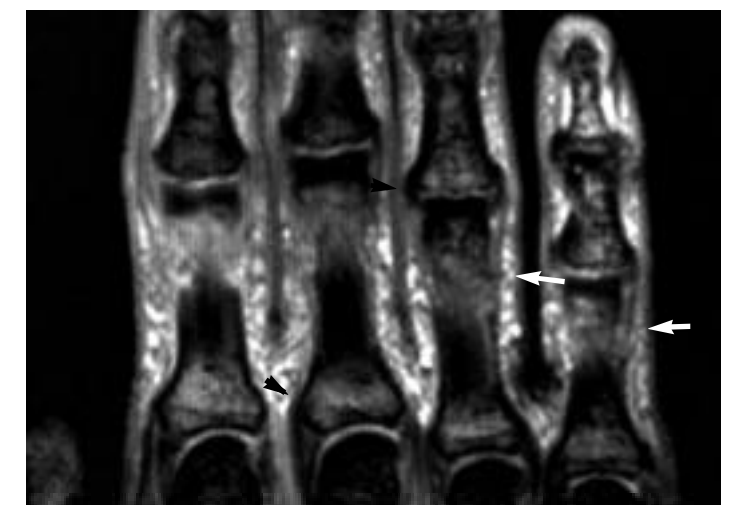


Fig. 18. Anatomía normal de los dedos. Se observan las articulaciones metacarpofalángicas e interfalángicas, los ligamentos colaterales (cabecitas de flecha) y las aponeurosis extensoras laterales (flechas). Coronal en eco de gradiente (487/21).



Fig. 19. Anatomía normal de los dedos. La imagen muestra los tendones flexores superficial (s) y profundo (p), el fascículo central de la aponeurosis extensora (e) y los ligamentos palmares (lp) de las articulaciones metacarpofalángicas e interfalángicas. Sagital T1 SE (625/18).

branoso que se inserta en el cuello del metacarpiano y una porción distal fibrocartilaginosa fuertemente insertada en la base de la falange proximal. Los ligamentos palmares de la segunda a la quinta articulación metacarpofalángica están unidos entre sí por el ligamento transverso metacarpiano profundo.^{34, 8}

Los tendones flexores de los dedos (Fig. 19) son estructuras de baja señal que discurren por la palma de la mano y la superficie volar de los dedos. El tendón flexor superficial de los dedos se divide en dos fascículos en el tercio medio de la falange proximal, colocándose a ambos lados del tendón flexor profundo. En la región proximal de la falange media, los dos fascículos se unen de nuevo situándose por debajo del tendón flexor profundo. Finalmente, se vuelven a dividir para insertarse en las caras laterales de la diáfisis de la falange media. El tendón flexor profundo se inserta en la base de la falange distal.⁸

Los tendones extensores de los dedos discurren por el dorso de la mano y la superficie dorsal de los dedos, contribuyendo a reforzar la cápsula posterior de las articulaciones metacarpofalángicas. Las aponeurosis extensoras de los dedos son el resultado de la unión de los tendones extensores y la fascia posterior (Fig. 19). Los tendones y aponeurosis extensoras se dividen en un fascículo central, que se inserta en la base de la falange media, y dos laterales que se insertan en la base de la falange distal.^{57, 8}

Los cuatro músculos lumbricales se originan en los tendones flexores profundos de los dedos y se insertan en la cara radial de las aponeurosis extensoras. Los músculos interóseos tie-

nen su origen en los huesos del carpo y se insertan en las aponeurosis extensoras y las bases de las falanges proximales. Hay tres músculos interóseos palmares y cuatro dorsales.⁸

Ligamentos

La lesión más común de la articulación metacarpofalángica del pulgar es la del ligamento colateral cubital. Es una patología frecuente en esquiadores (por impacto con los bastones)

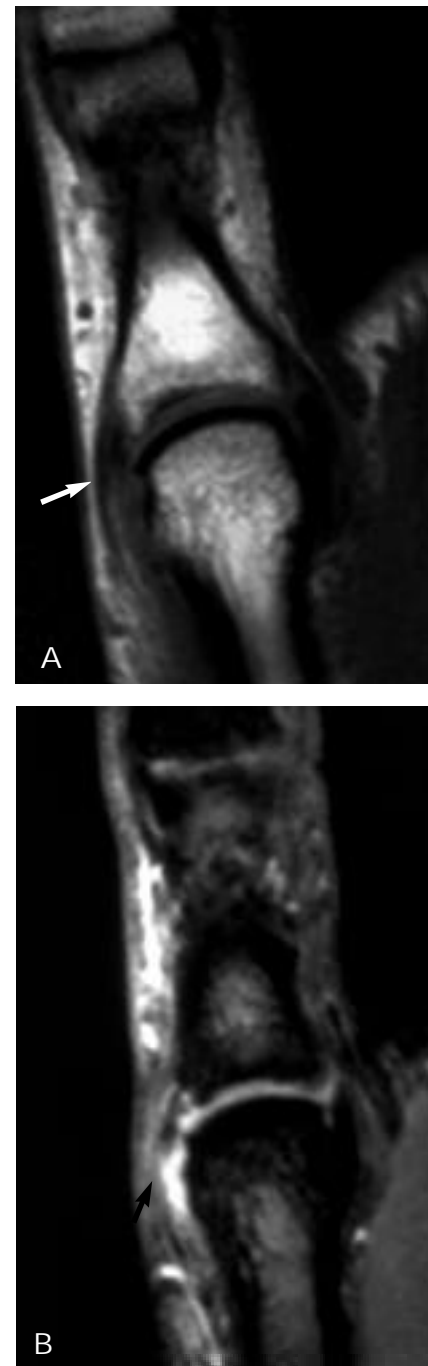


Fig. 20. Rotura del ligamento colateral radial de la articulación metacarpofalángica del primer dedo. Solución de continuidad completa en la región proximal del ligamento colateral (flechas). Obsérvese el edema de los tejidos blandos vecinos. Coronal T1 SE (625/18) (a) y en eco de gradiente (487/21) (b).

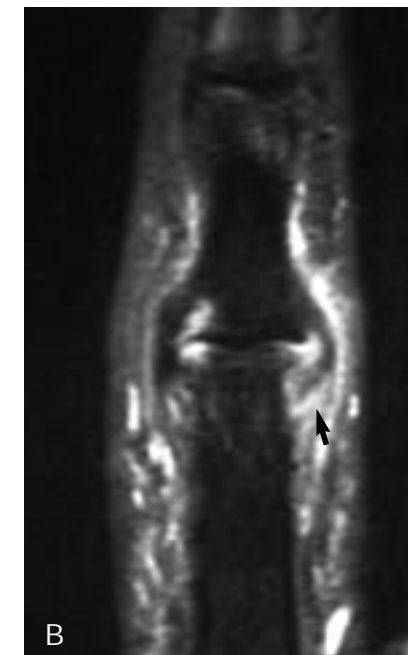
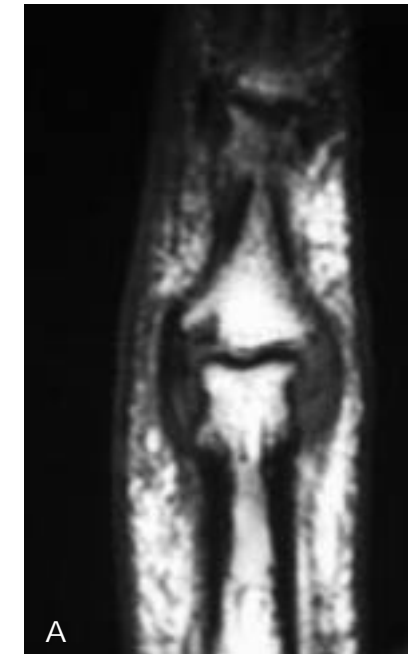


Fig. 21. Rotura completa del ligamento colateral cubital de la articulación interfalángica proximal del segundo dedo. Se evidencia una desinserción proximal del ligamento y abundante edema en los tejidos blandos adyacentes (flecha). Coronal T1 SE (525/20) (a) y DP SE con supresión de la grasa (3000/50) (b).

y en otros deportes como el hockey, baloncesto o fútbol. Se produce por un movimiento de abducción forzada de la articulación metacarpofalángica del pulgar; cuando existe un componente de hiperextensión asociado se puede añadir una lesión del ligamento palmar en su región membranosa proximal. La lesión del ligamento colateral cubital se localiza generalmente en su segmento distal, ya sea un desgarro parcial o una rotura completa que puede asociarse a una avulsión de la base de la falange proximal.

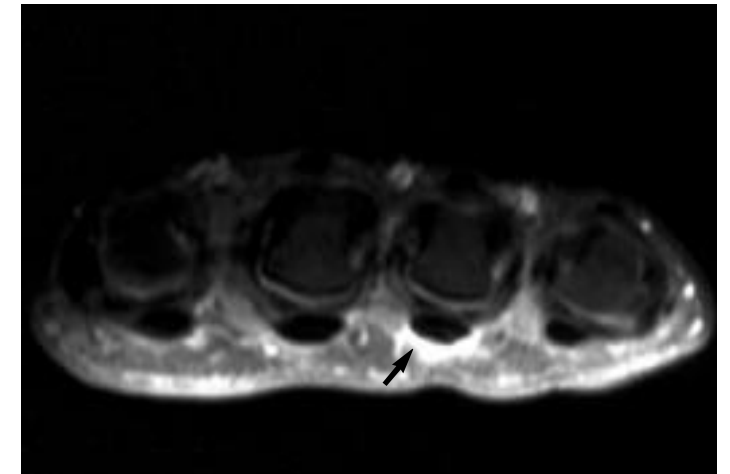


Fig. 22. Tenosinovitis de los extensores del cuarto dedo. Se observa distensión de la vaina tendinosa por acumulo de liquido (flecha). Axial DP TSE con supresión de la grasa (1800/31).

En las imágenes de RM el plano coronal es el mejor para el diagnóstico de las lesiones de los ligamentos colaterales, observándose engrosamiento o solución de continuidad de las fibras del ligamento, edema en tejidos blandos adyacentes y derrame articular (Fig. 20). En los estadios crónicos, el ligamento muestra una señal de resonancia heterogénea debido a la presencia de tejido de granulación y fibrosis. En ocasiones, la aponeurosis del adductor del pulgar se interpone entre los extremos del ligamento colateral cubital roto (lesión de Stener), situación importante de diagnosticar en el estudio RM ya que es indicación de tratamiento quirúrgico.^{56, 19}

La rotura de los ligamentos colaterales de las articulaciones metacarpofalángicas de los dedos es una lesión poco frecuente. Se produce generalmente en los dedos índice o meñique afectando al ligamento colateral radial. La presentación en las imágenes de RM es similar a la descrita para el dedo pulgar.³⁴ Las articulaciones interfalángicas proximales son relativamente rígidas y por tanto susceptibles de lesionarse cuando son sometidas a fuerzas laterales, produciéndose desgarros parciales o completos de los ligamentos colaterales (Fig. 21).

Tendones

La RM es una valiosa prueba en el diagnóstico de la patología que afecta a los tendones extensores y flexores de los dedos. Muchas de estas lesiones son difíciles de detectar en el examen físico. La RM no sólo es útil en el diagnóstico de tenosinovitis (Fig. 22), roturas tendinosas o subluxaciones, sino también en el seguimiento de estas lesiones y la detección precoz de complicaciones.⁵⁷

La tenosinovitis crónica conduce, en muchas ocasiones, a la rotura del tendón. En los estudios de seguimiento con RM se pueden evidenciar complicaciones como la formación de adherencias peritendinosas o de un callo, compuesto por tejido fibroso, en el lugar de la lesión. En las roturas tendinosas com-

pletas se evidencia una amplia separación entre los extremos tendinosos.⁷

ANGIOGRAFÍA POR RM DE LA MUÑECA Y LA MANO

La vascularización de la mano se realiza a través de las arterias radial y cubital, ramas de la arteria braquial. En la muñeca, lateral al hueso pisiforme, la arteria cubital da una rama profunda para el arco palmar profundo y otra superficial tributaria del arco palmar superficial que se anastomosa con la rama superficial de la arteria radial. La arteria radial, después de pasar la base del primer metacarpiano, gira en sentido palmar para unirse, a la altura del cuarto metacarpiano, a la rama profunda de la arteria cubital formando el arco palmar profundo. De este arco se originan las arterias metacarpianas palmares que, en ocasiones, se anastomosan con las arterias digitales palmares comunes del arco superficial. El arco palmar superficial normalmente es el de mayor tamaño y se sitúa distal respecto al arco palmar profundo. Las arterias digitales de la mano dependen fundamentalmente de la arteria cubital, mientras que la arteria radial proporciona la mayor parte del flujo sanguíneo al primer y segundo dedo. No obstante, existen numerosas variantes anatómicas en la vascularización de la mano que deben ser tenidas en cuenta a la hora de interpretar un estudio angiográfico.^{5, 21, 65}

La RM es una alternativa a la angiografía convencional en el diagnóstico de la patología vascular de la muñeca y la mano. Permite una evaluación no invasiva del árbol vascular obviando los riesgos de la arteriografía convencional –derivados del cateterismo y de la administración de contraste yodado-. Aproximadamente un 8% de los pacientes pueden sufrir al menos complicaciones menores tras la realización de una arteriografía.^{66, 67}

Las técnicas de angioresonancia (angio-RM) se dividen en tres grandes grupos: *time of flight* (TOF), contraste de fase (PC) y las más recientes secuencias 3D con empleo de contraste paramagnético. La angio-RM, utilizando secuencias sensibles al flujo (2D TOF), ha demostrado ser útil en la evaluación de la patología vascular de la muñeca y la mano.²⁷ Es una técnica de adquisición relativamente rápida, muy sensible a flujos lentos que permite suprimir el retorno venoso. También se pueden obtener imágenes con alta resolución empleando secuencias PC –fundamentalmente 3D PC–. Si se selecciona la velocidad adecuada –discretamente mayor al máximo flujo esperado– se pueden obviar los artefactos de saturación del flujo (*through-plane*) que aparecen en las secuencias TOF (Fig. 23). El desarrollo de secuencias de eco de gradiente muy rápidas con adquisiciones volumétricas (3D), apoyadas con el uso de contrastes paramagnéticos con gadolinio (Gd) en embolada, ha relegado a un segundo plano al resto de las técnicas de angio-RM. El uso de contraste en RM permite estudiar los vasos no por su dependencia del flujo, sino por el acortamiento de los tiempos de relajación T1 de la sangre debido a la presencia de la sustancia de contraste. El incremento de señal intravascular después de la administración del contraste facilita la obtención de imágenes de alta resolución, con una adecuada relación se-

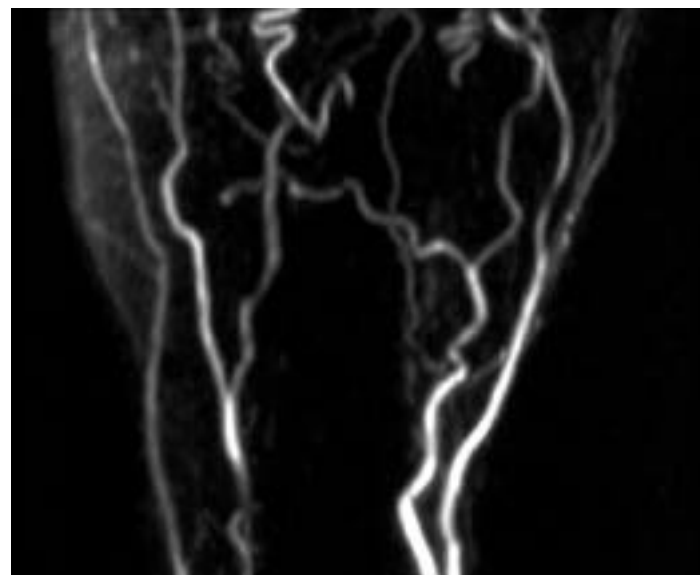


Fig. 23. Angioresonancia de un paciente asintomático que muestra el árbol vascular de la muñeca y la mano. 3D PC (15cm/seg.), reconstrucción MIP coronal.

ñal/ruido, que no están sometidas a los artefactos de saturación del flujo (*in-plane* y *through-plane*) que degradan las secuencias TOF y PC.^{45, 9}

Las aplicaciones clínicas de la angio-RM de la mano son múltiples. La mayoría de las exploraciones son debidas a isquemia arterial provocada por aterosclerosis, embolia, traumatismos, vasoespasmo o vasculitis.⁴⁵

La aterosclerosis en las extremidades superiores afecta fundamentalmente a los vasos proximales –arterias subclavia y axilar– siendo poco frecuente a nivel distal. Émbolos, de origen cardíaco fundamentalmente, pueden causar oclusiones de los vasos de los dedos y pequeñas áreas de infarto. Las heridas penetrantes por arma de fuego u objetos punzantes, o los traumatismos cerrados pueden causar lesiones vasculares como trombosis, estenosis, desarrollo de pseudoaneurismas o aneurismas; estas patologías pueden ser diagnosticadas mediante una técnica de imagen incruenta como la angio-RM.

El fenómeno de Raynaud es un término aplicado a un amplio grupo de desórdenes en los cuales la vasoconstricción cutánea ocurre inapropiadamente o es excesivamente intensa. En los estudios angiográficos se puede observar reducción de calibre u obstrucción de los vasos distales de la mano. El catéter utilizado en la angiografía convencional puede inducir vasoespasmo siendo necesario el uso de vasodilatadores. Como la RM no requiere la utilización de vasodilatadores, proporciona una información más precisa de la extensión real del vasoespasmo que la angiografía convencional.

La angio-RM tiene otras aplicaciones como el estudio de malformaciones vasculares o la realización de un mapa vascular de la mano previo a intervenciones quirúrgicas. No obstante, es una técnica relativamente reciente pendiente de nuevos estudios que nos permitan establecer sus indicaciones y utilidad real.

BIBLIOGRAFÍA

- Ambrose L, Posner MA. Lunate-triquetral and midcarpal joint instability. *Hand Clin* 1992; 8:653-658
- Bergman AG. Synovial lesions of the hand and wrist. *Magn Reson Imaging Clin N Am* 1995; 3:265-279
- Brodum V, Larsen CF, Skov O. Fracture of the carpal scaphoid; frequency and distribution in a well-defined population. *Eur J Radiol* 1992; 15:118-122
- Cerezal L, Abascal F, Canga A, García-Valtuille R, Bustamante M, Piñal F. Usefulness of gadolinium-enhanced MR imaging in the evaluation of the vascularity of scaphoid nonunions. *AJR* 2000; 174:141-149
- Coleman S, Anson B. Arterial patterns of the hand based on a study of 650 specimens. *Surg Gynecol Obstet* 1961; 113:409-442
- Coyle MP. Nerve entrapment syndromes in the upper extremity. En: Dee R, ed. *Principles of orthopaedic practice*, vol 1. New York: McGraw-Hill, 1989:672-720
- Drape JL, Silbermann-Hoffman O, Houvet P, Dubert T. Complications of flexor tendon repair in the hand: MR imaging assessment. *Radiology* 1996; 198:219-224
- Erickson SJ, Kneeland JB, Middleton WD, et al. MR imaging of the finger: Correlation with normal anatomic sections. *AJR* 1989; 152:1013-1019
- Fenlon HM, Yucel EK. Advances in abdominal, aortic, and peripheral contrast-enhanced MR angiography. *Magn Reson Imaging Clin N Am* 1999; 7:319-336
- Ferlic DC, Morin P. Idiopathic avascular necrosis of the scaphoid: Preiser's disease? *J Hand Surg [Am]* 1989; 14:13-16
- Fernández DL. Scaphoid non-union: current approach to management. En: Nakamura R, Linscheid RL, Miura T, eds. *Wrists disorders*. Tokyo: Springer-Verlag, 1992:153-164
- Gelberman RH, Bauman TD, Menon J, et al. The vascularity of the lunate bone and Kienböck's disease. *J Hand Surg [Am]* 1980; 5:272-278
- Gelberman RH, Gross MS. The vascularity of the wrist. Identification of arterial patterns at risk. *Clin Orthop* 1986; 202:40-49
- Gelberman RH, Menon J. The vascularity of the scaphoid bone. *J Hand Surg [Am]* 1980; 5:508-513
- Gelberman RH, Wolock BS, Siegel DD. Fractures and nonunions of the carpal scaphoid. *J Bone Joint Surg [Am]* 1989; 71:1560-1565
- Green DP. Russe technique. En: Gelberman RH, ed. *The wrist*. New York: Raven Press, 1994:107-118
- Golimbu CN, Firooznia H, Rafii M. Avascular necrosis of carpal bones. *Magn Reson Imaging Clin N Am* 1995; 3:281-303
- Hessel SJ, Adams DF, Abrams HL. Complications of angiography. *Radiology* 1981; 138:273-281
- Hinke DH, Erickson SJ, Chamoy L, Timins ME. Ulnar collateral ligament of the thumb: MR findings in cadavers, volunteers, and patients with ligamentous injury (gamekeeper's thumb). *AJR* 1994; 163:1431-1434
- Hulten O. Uber anatomische variationen der handgelenkknöchel. *Acta Radio Scand* 1928; 9:155-168
- Janevski B. Anatomy of the arterial system of the upper extremities. En: *Angiography of the upper extremities*. The Hague: Martinus Nijhoff, 1982:41-122
- Jelinek JS, Kransdorf MJ, Utz JA, et al. Imaging of pigmented villonodular synovitis with emphasis on MR imaging. *AJR* 1989; 152:337-342
- Kang HS, Kindynis P, Brahma SK, et al. Triangular fibrocartilage and intercarpal ligaments of the wrist: MR imaging. Cadaveric study with gross pathologic and histologic correlation. *Radiology* 1991; 181:401-404
- Kienböck R. Concerning traumatic malacia of the lunate and its consequences: Degeneration and compression fractures. Translated and abridged by Peltier LF. *Clin Orthop Rel Res* 1980; 149:149-158
- Klug JD. MR diagnosis of tenosynovitis about the wrist. *Magn Reson Imaging Clin N Am* 1995; 3:305-312
- Konig PSA, Hage J, Bloem JJ, Prose LPP. Variations of the ulnar nerve and ulnar artery in Guyon's canal: a cadaveric study. *J Hand Surg [Am]* 1994; 19:617-622
- Kransdorf MJ, Turner-Stepahin S, Merritt WH. Magnetic resonance angiography of the hand and wrist: evaluation of patients with severe ischemic disease. *J Reconstr Microsurg* 1998; 14:77-81
- Kursunoglu-Brahme S, Riccio T, Weissman MH, et al. Rheumatoid knee: Role of gadopentetate: Enhanced MR imaging. *Radiology* 1990; 179:831-835
- Kutty S, Curtin J. Idiopathic avascular necrosis of the capitate. *J Hand Surg [Br]* 1995; 20:402-404
- Landsmeer JMF. *Atlas of anatomy of the hand*. New York: Churchill Livingstone, 1976:11-32
- Larsen CF, Brondum V, Skov O. Epidemiology of scaphoid fractures in Odense, Denmark. *Acta Orthop Scand* 1992; 63:216-218
- Lichtman DM, Degnan CG. Staging and its use in the determination of treatment modalities for Kienböck's disease. *Hand Clin* 1993; 9:409-416
- Linscheid RL, Dobyns JH. Treatment of scapholunate dissociation: Rotatory subluxation of the scaphoid. *Hand Clin* 1992; 8:645-652
- Masson JA, Golimbu CN, Grossman JA. MR imaging of the metacarpophalangeal joints. *Magn Reson Imaging Clin N Am* 1995; 3:313-325
- Mayfield JK. Patterns of injury to carpal ligaments: A spectrum. *Clin Orthop* 1984; 187:36-42
- Mayfield JK, Johnson RP, Kilcoyne RK. Carpal dislocations: pathomechanics and progressive perilunar instability. *J Hand Surg [Am]* 1980; 5:226-241
- Mesgarzadeh M, Schneck CD, Bonakdarpour A, et al. Carpal tunnel: MR imaging. Part II: Carpal tunnel syndrome. *Radiology* 1989; 171:749-754
- Mikic ZD. Age changes in the triangular fibrocartilage of the wrist joint. *J Anat* 1978; 126:367-384
- Oneson SR, Scales LM, Erickson SJ, Timins ME. MR imaging of the painful wrist. *Radiographics* 1996; 16:997-1008
- Palmer AK. Triangular fibrocartilage complex lesions: A classification. *J Hand Surg [Am]* 1989; 14:594-606
- Palmer AK, Glisson RR, Werner FW. Relationship between ulnar variance and triangular fibrocartilage complex thickness. *J Hand Surg [Am]* 1984; 9:681-682
- Perlik PC, Guilford WB. Magnetic resonance imaging to assess vascularity of scaphoid nonunions. *J Hand Surg [Am]* 1991; 16:479-484
- Preiser G. Zur Eine typische posttraumatische und zur spontanfraktur führende ostitis des naviculare carpi. *Fortschr Geb Roentgenstr* 1910; 15:189-197
- Resnick D. *Internal derangements of joints*, 3rd ed. Philadelphia: WB Saunders, 1995:2899-2955
- Rofsky NM. MR angiography of the hand and wrist. *Magn Reson Imaging Clin N Am* 1995; 3:345-359
- Ruby LK. Carpal instability. *J Bone Joint Surg [Am]* 1995; 77:476-482
- Ruby LK, An KN, Linscheid RL, et al. The effect of scapholunate ligament section on scapholunate motion. *J Hand Surg [Am]* 1987; 12:767-771
- Schmitt R, Heinze A, Fellner F, Obletter N, Strühn R, Bautz W. Imaging and staging of avascular osteonecroses at the wrist and hand. *Eur J Radiol* 1997; 25:92-103
- Schreibman KL, Freeland A, Gilula LA, Yin Y. Imaging of the hand and wrist. *Orthop Clin North Am* 1997; 28:537-582
- Schweitzer ME, Brahma SK, Hodler J, et al. Chronic wrist pain: Spin-echo and short tau inversion recovery MR imaging and conventional and MR arthrography. *Radiology* 1992; 182:205-211
- Smith DK. Dorsal carpal ligaments of the wrist: Normal appearance on multiplanar reconstructions of three-dimensional Fourier transform MR imaging. *AJR* 1993; 161:119-125
- Smith DK. Volar carpal ligaments of the wrist: Normal appearance on multiplanar reconstructions of three-dimensional Fourier transform MR imaging. *AJR* 1993; 161:353-357

53. Smith DK. Scapholunate interosseous ligament of the wrist: MR appearances in asymptomatic volunteers and arthrographically normal wrists. *Radiology* **1994**; 192:217-221
54. Smith DK. MR imaging of normal and injured wrist ligaments. *Magn Reson Imaging Clin N Am* **1995**; 3:229-248
55. Smith DK, Lackland AFB, Brearley WA, Christensen AW. Correlation of conventional MR imaging, postcontrast MR imaging, arthrography, and arthroscopy for diagnosis of carpal ligament perforations (abstract). *Radiology* **1994**; 193 [p]:184
56. Spaeth HJ, Abrams RA, Bock GW, Tudell D. Gamekeeper thumb: differentiation of nondisplaced and displaced tears of the ulnar collateral ligament with MR imaging. *Radiology* **1993**; 188:553-556
57. Stoller DW, Brody GA. The wrist and hand. En: Stoller DW, ed. *Magnetic resonance imaging in orthopaedics and sports medicine*. Philadelphia: Lippincott-Raven Publishers, **1997**:851-993
58. Sugimoto H, Shinozaki T, Ohsawa T. Triangular fibrocartilage in asymptomatic subjects: Investigation of abnormal MR signal intensity. *Radiology* **1994**; 191:193-197
59. Taleisnik J. The ligaments of the wrist. *J Hand Surg [Am]* **1976**; 1:110-118
60. Totterman SM, Miller RJ. MR imaging of the triangular fibrocartilage complex. *Magn Reson Imaging Clin N Am* **1995**; 3:213-228
61. Totterman SM, Miller RJ. Triangular fibrocartilage complex: Normal appearance on coronal three-dimensional gradient-recalled-echo MR images. *Radiology* **1995**; 195:521-527
62. Totterman SM, Miller RJ, Wasserman B, et al. Intrinsic and extrinsic carpal ligaments: Evaluation by three-dimensional fourier transform MR imaging. *AJR* **1993**; 160:117-123
63. Urban MA, Green DP, Anfdemorte TB. The patchy configuration of scaphoid avascular necrosis. *J Hand Surg [Am]* **1993**; 18:669-674
64. Van Demark RE, Parke WW. Avascular necrosis of the hamate: A case report with reference to the hamate blood supply. *J Hand Surg [Am]* **1992**; 17:1086-1090
65. Vogelzang R. Arteriography of the hand and wrist. *Hand Clin* **1991**; 7: 65-70
66. Watson KH. Degenerative disorders of the carpus. En: Lichtman D, ed. *The wrist and its disorders*. Philadelphia: WB Saunders, **1988**:286-348
67. Waugh JR, Sacharias N. Arteriographic complications in the DSA era. *Radiology* **1992**; 182:243-246
68. Weber ER. Wrist mechanics and its association with ligamentous instability. En: Lichtman D, ed. *The wrist and its disorders*. Philadelphia: WB Saunders, **1988**:41-97
69. Williams PL, Warwick R. *Gray's Anatomy*, ed. 36. Philadelphia: WB Saunders, **1980**:583-584
70. Wright TW, Del Charco M, Wheeler D. Incidence of ligament lesions and associated degenerative changes in the elderly wrist. *J Hand Surg [Am]* **1994**; 19:313-318
71. Yang B, Sartoris DJ, Djukic S, Resnick D. Distribution of calcification in the triangular fibrocartilage region in 181 patients with calcium pyrophosphate dihydrate crystal deposition disease. *Radiology* **1995**; 196:547-550
72. Yeager BA, Dalinka M. Radiology of trauma to the wrist: Dislocations, fracture dislocations and instability patterns. *Skeletal Radiol* **1985**; 13:120-130