

# Ligamentos y tendones del tobillo: anatomía y afecciones más frecuentes analizadas mediante resonancia magnética

Kena Zaragoza-Velasco y Sergio Fernández-Tapia

## RESUMEN

**Introducción.** El tobillo es una articulación que juega un papel importante en la bipedestación y distribución del peso corporal; la alteración en su biomecánica causa dolor y predispone a lesiones recurrentes. Es importante conocer su anatomía y evaluar las estructuras involucradas durante su afectación para evitar errores de diagnóstico.

**Objetivo.** Describir la anatomía, variantes anatómicas y lesiones más frecuentes en ligamentos y tendones del tobillo por medio de resonancia magnética.

**Material y métodos.** Se realizó una revisión bibliográfica y se seleccionaron los estudios de resonancia magnética de tobillo más representativos.

**Discusión.** Las lesiones más comunes en el tobillo son de tipo traumático, sobre todo entre deportistas, y los elementos más frecuentemente lesionados son los ligamentos, principalmente los peroneos.

**Conclusión.** La resonancia magnética es el método de imagen idóneo para el análisis de las lesiones en los tejidos blandos. Se pueden evaluar los ligamentos y tendones teniendo como base la anatomía y los signos radiológicos.

**Palabras clave:** resonancia magnética, anatomía de tobillo, lesión.

## ABSTRACT

**Introduction.** The ankle is an articulation that plays an important role in bipedalism and distribution of body weight; alterations of its biomechanics cause pain and predispose to recurrent injury. It is important to know its anatomy and evaluate the structures involved in injuries to avoid diagnostic errors.

**Objective.** Describe the anatomy, anatomic variants, and most common injuries in ligaments and tendons of the ankle by means of magnetic resonance.

**Material and methods.** A bibliographic review was conducted and the most representative magnetic resonance studies of the ankle were chosen.

**Discussion.** The most common injuries of the ankle are traumatic, especially among athletes, and the most commonly injured elements are the ligaments, primarily peroneal group.

**Conclusion.** Magnetic resonance is the appropriate imaging method to analyze soft tissue injuries. Ligaments and tendons can be evaluated based on anatomy and radiological signs.

**Key words:** magnetic resonance, anatomy of the ankle, injury.

CT Scanner de México. Puebla 228, Col. Roma, 06700, México, D.F.

*Correspondencia:* Kena Zaragoza Velasco. Correo electrónico: kvelascoz@yahoo.com

Recibido: 3 de septiembre 2012  
Aceptado: 19 de marzo 2013

## INTRODUCCIÓN

Para la evaluación del tobillo se cuenta con radiografía, ultrasonido, tomografía computada (TC) y resonancia magnética (RM). Las radiografías son el primer paso para la evaluación de esta articulación, las maniobras de

estrés nos ayudan a evaluar la estabilidad y la integridad de los ligamentos de forma indirecta y, junto con la TC, orientan al análisis de las estructuras óseas para descartar fracturas. La RM es útil para evaluar los tejidos blandos y la médula ósea en la búsqueda de fracturas ocultas que no son visibles en la radiografía ni en la TC. El ultrasonido es un estudio complementario rápido y dinámico; sin embargo, es altamente operador dependiente y se necesita de transductores de alta resolución.<sup>1</sup> La RM gracias a su alta caracterización tisular, es el método de elección para la evaluación del dolor crónico del tobillo, sobre todo aquel que no ha tenido una adecuada respuesta al tratamiento conservador.

En nuestro centro se utiliza un equipo de RM 1.5T Signa de General Electric® HDxt y una antena de tobillo de 4 canales. El protocolo básico incluye la obtención de imágenes en planos sagital, axial y coronal potenciadas en T1, T2 y densidad de protones con saturación grasa (DPSG); otras secuencias como STIR y T1 con saturación grasa son opcionales.

## Anatomía

### Los huesos

El tobillo está conformado por la tibia, peroné, astrágalo y calcáneo, divididos en dos articulaciones la *tibioastragalina* y la *subastragalina*, que permiten la dorsiflexión, flexión plantar, inversión y evasión.

La articulación tibioastragalina está compuesta por tibia, peroné y astrágalo. La articulación subastragalina está formada por el astrágalo y el calcáneo, que están separados del escafoides tarsal, cuboides y cuñas por la articulación mediotarsiana o de Chopart.

La tibia y el peroné están unidos por una membrana interósea y la sindesmosis; ésta última estabiliza la articulación tibioperoneoastragalina también llamada mortaja.

En la parte posterior del astrágalo se identifica el tubérculo del astrágalo o proceso posterior, se divide en dos tubérculos, uno medial y otro lateral; son un buen marcador anatómico porque entre ellos transcurre el tendón flexor del primer dedo y, justo en el tubérculo lateral, se inserta el ligamento peroneoastragalino posterior. El cuello del astrágalo forma el techo del seno tarsiano y el piso el calcáneo, aquí se localizan los ligamentos astragalocalcáneo y cervical. El calcáneo es el hueso más grande, largo y

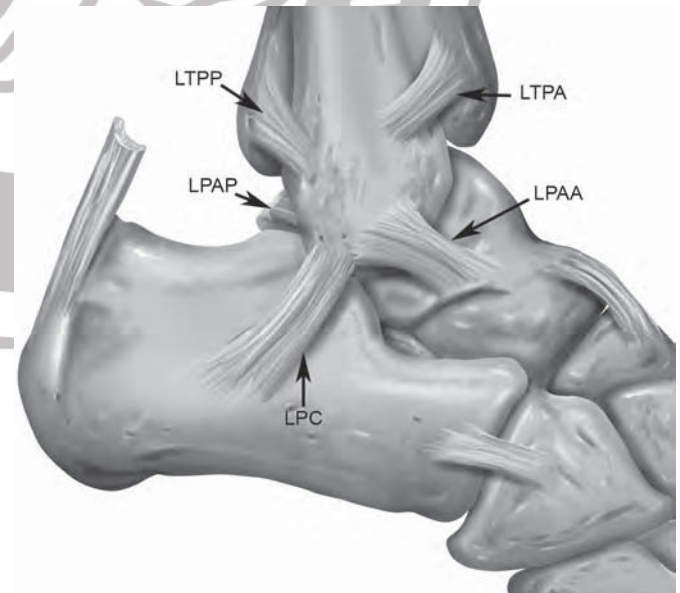
fuerte del pie. En la cara medial se identifica el *sustentaculum tali*, es el sitio de inserción de uno de los fascículos del ligamento deltoideo y por debajo de éste se localiza el tendón flexor del primer dedo en los cortes coronales.<sup>2</sup>

El hueso, en la RM, debido su alto contenido de grasa en la medular, se observa hiperintenso tanto en T1 como en T2 e hipointenso en las secuencias con saturación grasa. La cortical se observa como una fina y delgada línea hipointensa (línea negra) en todas las secuencias.

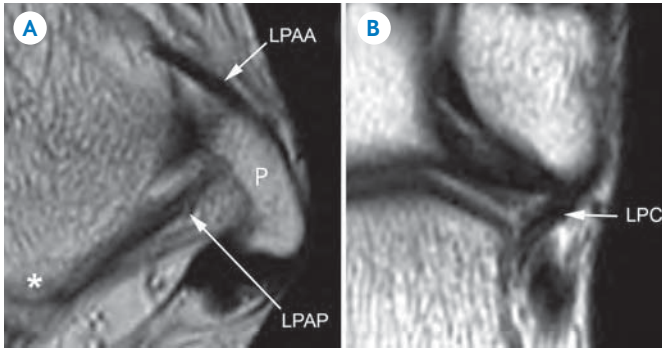
## Los ligamentos

Los ligamentos son fibras densas de tejido conectivo especializado que unen dos huesos entre sí, varían en tamaño, forma, orientación y localización. Las fibras están compuestas de colágeno tipo I en 85%, dispuestas en forma paralela y el resto está compuesto por otros tipos (III, VI, V, XI y XIV). La orientación de los haces en cada ligamento representa una función precisa y específica. Los ligamentos del tobillo están divididos en cuatro grupos: ligamentos colaterales mediales (tibiales), laterales (peroneos), los del seno del tarso y los tibioperoneos.<sup>3-4</sup>

Los *ligamentos peroneos* están constituidos por el ligamento peroneoastragalino anterior, peroneoastragalino posterior y el peroneocalcáneo (figura 1, imagen 1a-b).



**Figura 1.** Esquema de los ligamentos peroneos y tibioperoneos. LTPP: ligamento tibioperoneo posterior, LTPA: ligamento tibioperoneo anterior, LPAP: ligamento peroneoastragalino posterior, LPAA: ligamento peroneoastragalino anterior, LPC: ligamento peroneocalcáneo.



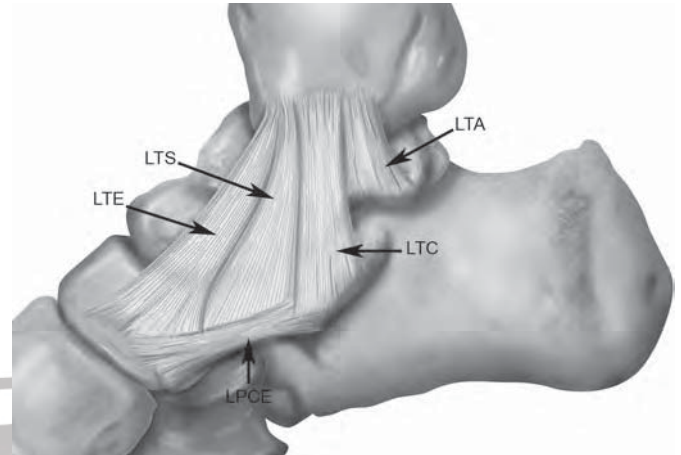
**Imagen 1.** Ligamentos peroneos normales **A)** Ligamento peroneoastragalino anterior (LPAA) y posterior (LPAP), tubérculo lateral del astrágalo (asterisco). Axial T2. **B)** Ligamento peroneo calcáneo (LPC). Coronal T2.

El *ligamento peroneoastragalino anterior* es el más débil, se identifica como una banda delgada de 20 mm de largo y de 2 a 3 mm de grosor.<sup>3</sup> Tiene origen en el margen anterior del maléolo lateral y se inserta en la región anterior del astrágalo a nivel del cuello (imagen 1a).<sup>2-5</sup>

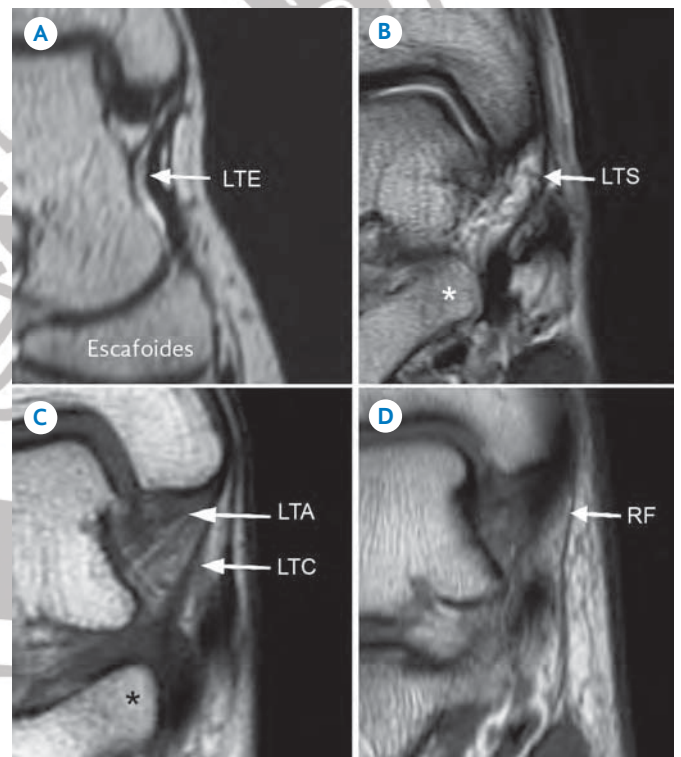
El *peroneoastragalino posterior* es el más fuerte del compartimento lateral, tiene forma de abanico y patrón estriado, se origina en el extremo más distal del peroné, a nivel de la fosa retromaleolar, y se inserta en el tubérculo lateral del astrágalo, se identifica mejor en el plano axial en el 100% de los casos (imagen 1a).<sup>2-5</sup>

El *ligamento peroneocalcáneo* es extraarticular, se extiende del ápex del maléolo lateral y desciende verticalmente hacia un pequeño tubérculo en el calcáneo, en los cortes coronales se ve como una banda hipointensa, profunda y anterior a los tendones peroneos (imagen 1b).<sup>5-6</sup>

Los *ligamentos colaterales mediales* (tibiales) integran el *ligamento deltoideo* (figura 2, imagen 2a-d). Es un complejo ligamentario fuerte, compuesto por tres ligamentos superficiales, que de anterior a posterior son: el tibioescafoideo (imagen 2a), tibiospring (imagen 2b), tibioalcáneo (imagen 2c) y uno profundo: el tibioastragalino (imagen 2c). En conjunto tienen morfología triangular o de abanico, todos se originan en el maléolo tibial, ya sea en su tubérculo anterior o posterior, y sus inserciones son en cuatro sitios diferentes, todas son óseas como su nombre lo indica a excepción del tibiospring. Todos son profundos al tendón tibial posterior y al retináculo flexor (imagen 2d), son marcadores anatómicos confiables para ubicarlos tanto en las imágenes axiales como en las coronales.



**Figura 2.** Esquema del ligamento deltoideo y sus componentes. LTE: ligamento tibioescafoideo, LTS: ligamento tibiospring, LTC: ligamento tibioalcáneo, LTA: ligamento tibioastragalino, LPCE: ligamento plantocalcaneoescaloideo (Spring).



**Imagen 2.** Componentes del ligamento deltoideo y retináculo flexor normales. **A)** Reconstrucción MPR potenciada en T2, **B)** Coronal T2, **C-D)** Coronal T1. LTE: ligamento tibioescafoideo, LTS: ligamento tibiospring, LTC: ligamento tibioalcáneo, LTA: ligamento tibioastragalino, RF: retináculo flexor.

El *ligamento tibioastragalino* es el ligamento más fuerte, su inserción proximal se inicia en la punta del tubérculo anterior del maléolo tibial y se extiende hasta el tubérculo



posterior, se inserta en el tubérculo medial del astrágalo, según Mengiardi las fibras posteriores son visibles en el 100% de los pacientes en el plano coronal como un abanico de fibras con patrón estriado (imagen 2c).<sup>5-7</sup>

El *tibioescafoideo* se origina del borde anterior del tubérculo anterior del maléolo tibial y se inserta en la superficie medial del escafoides. Es visible en 55% de los pacientes y por lo general se valora mejor en el plano coronal ya que sigue un trayecto oblicuo; algunos autores sugieren un ángulo entre 40-50° de flexión plantar o cortes axiales oblicuos para mejor evaluación en casos dirigidos (imagen 2a).<sup>7</sup>

El *ligamento tibiocalcáneo* se origina en el tubérculo anterior del maléolo tibial, desciende verticalmente y se inserta en el borde medial del *sustentaculum tali*. Se observa con mayor frecuencia que el tibioescafoideo, hasta en 88% de los pacientes, en los planos coronales (imagen 2c).<sup>7</sup>

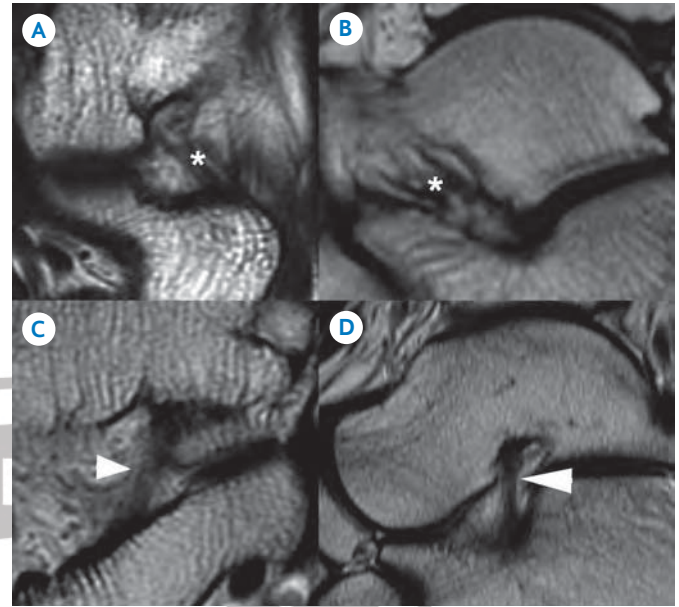
El *ligamento tibiospring* se origina en la parte anterior del tubérculo anterior del maléolo tibial y sus fibras se insertan en el fascículo superomedial del ligamento Spring o planto calcaneoescapoides; el mejor plano para identificarlo es el coronal (imagen 2b).<sup>7</sup>

Los ligamentos del *seno del tarsiano* son los *astragalocalcáneos*, corresponden con el ligamento astragalocalcáneo y el ligamento cervical, que son extracapsulares.

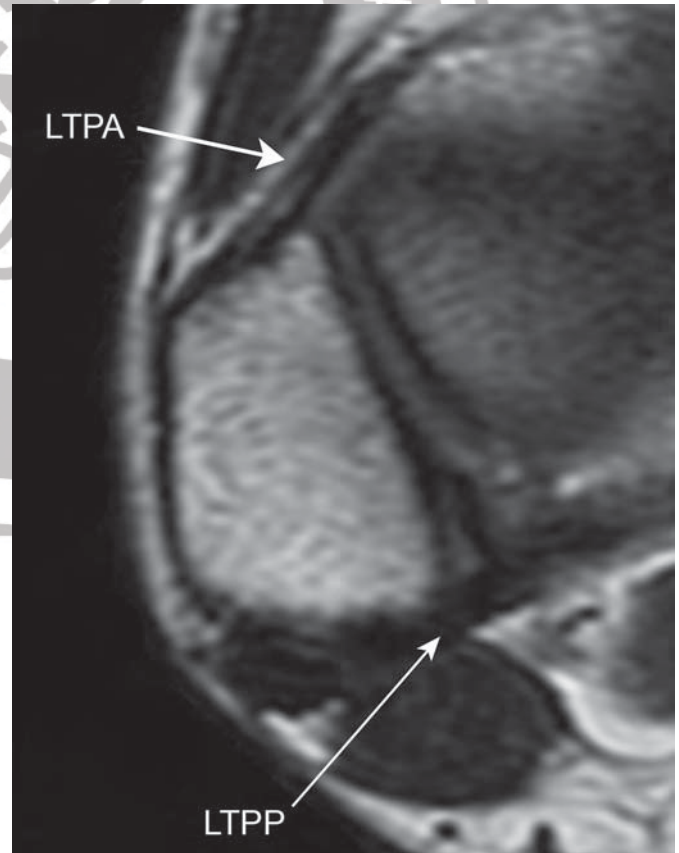
El *ligamento cervical* se origina en el cuello del astrágalo a nivel del tubérculo inferolateral y se inserta en la superficie ventral y medial del calcáneo, es un ligamento aplanado cuya función es limitar la inversión (imagen 3a-b).

El *ligamento astragalocalcáneo* es más pequeño e interno que el cervical, se localiza entre los surcos del astrágalo y el calcáneo como un tabique fino y oblicuo en los cortes coronales. Tiene un papel importante en la estabilidad de la articulación subastragalina (imagen 3c-d).<sup>8</sup>

Los *ligamentos tibioperoneos anterior y posterior* se evalúan en los cortes axiales. Se ven como bandas cortas, una anterior y dos posteriores. Estos, junto con los ligamentos intermaleolar y transversal, contribuyen a mantener la sindesmosis y las relaciones de la mortaja. Al conjunto se le llama complejo ligamentario sindesmótico tibioperoneo distal (imagen 4).<sup>9</sup>



**Imagen 3.** Ligamentos normales del seno del tarso. **A-B)** Ligamento cervical (asterisco). **C-D)** Ligamento astragalocalcáneo (cabeza de flecha). Imágenes coronales y sagitales potenciadas en T2.



**Imagen 4.** Ligamentos tibioperoneos anterior (LTPA) y posterior (LTPP) normales. Axial T2.

## Los tendones

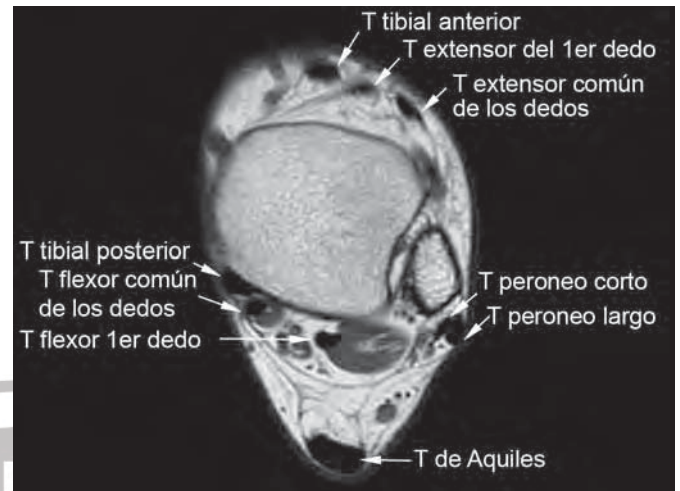
La función primaria de los tendones es transmitir el movimiento de forma pasiva de un músculo en contracción a un hueso o fascia. Están compuestos de fibras de colágeno, elastina y reticulina que les confieren resistencia, elasticidad y volumen. Las fibras de colágeno dominan la composición del tendón, son onduladas y están orientadas de forma paralela; bajo tensión se estiran a favor de la dirección de la carga y, cuando la carga disminuye, dichas propiedades elásticas facilitan la reorientación de las fibras. Los tendones del tobillo son trece y todos, a excepción del tendón de Aquiles, tienen una dirección vertical a nivel del tercio distal de la pierna, la cual cambia en el pie a horizontal creando así un sistema de poleas. Los recubrimientos de sinovial tienen dos localizaciones estratégicas, la primera en los sitios de mayor fricción y la otra en los sitios donde existe un cambio de dirección del tendón; el líquido sinovial facilita el deslizamiento.<sup>3</sup>

El estudio de los tendones requiere de una visualización tridimensional de la articulación que se logra haciendo uso de todos los planos. Los planos coronales y axiales son útiles para evaluar el descenso de los tendones y los planos sagitales para ver el trayecto longitudinal tanto en el tobillo como en el pie.

Los tendones son flexores y extensores (imagen 5 y 6a-c). Los extensores ocupan el compartimento anterior y son el tendón tibial anterior, el extensor del primer dedo y el extensor común de los dedos (imagen 6a). Los flexores están divididos en tres compartimentos: medial, lateral y posterior. En el compartimento medial se encuentra al tendón tibial posterior, flexor común de los dedos y flexor largo del primer dedo; en el lateral al peroneo corto y largo y, por último, en el posterior se localiza el tendón de Aquiles (imagen 6b y c).

El *tendón de Aquiles* es el tendón más fuerte y grande de todo el sistema musculoesquelético. Se origina de la confluencia de los tendones de los músculos gemelos y sóleo, tiene una orientación vertical y se inserta en la parte posterior del calcáneo, carece de vaina sinovial y en su lugar le rodea tejido conjuntivo con la misma función que se denomina peritenon.<sup>10</sup>

En los cortes axiales se estudia la forma, tamaño, grosor e intensidad de señal, en este plano tiene forma cóncava anterior y convexa posterior, su diámetro anteroposterior



**Imagen 5.** Imagen axial T2 donde se muestran los tendones flexores y extensores.

se considera normal hasta 7 mm.<sup>2-3</sup> En el plano sagital se identifica el trayecto como una banda delgada e hipointensa que permite evaluar la extensión longitudinal del tendón y la retracción en caso de ruptura completa.

Cuando la confluencia del tendón soleo es baja produce un tendón corto como variante anatómica (imagen 7).<sup>2</sup>

En el *compartimento medial*, de anterior a posterior en el plano axial, se localizan el *tendón flexor del tibial posterior*, el *tendón flexor común de los dedos* y el *tendón flexor del primer dedo* (imagen 6b). El origen de las masas musculares de estos tendones es en la pierna, siendo para el *tibial posterior* a nivel de la cara posterior de los dos tercios proximales de la tibia, el peroné y de la membrana interósea, este desciende hasta formar la unión miotendinosa a unos centímetros por arriba del tobillo; el tendón se inserta en la cara medial del escafoides, cara plantar de la cuña media, calcáneo y base del segundo al cuarto metatarsiano. Es el principal estabilizador del pie y es responsable de los movimientos de inversión y de la plantoflexión.<sup>2</sup>

La masa muscular del *tendón flexor común de los dedos* se inicia en la cara posterior y en el tercio medio de la tibia por debajo del soleo, el tendón se inserta en la cara plantar de las falanges distales del segundo al quinto dedo,<sup>2</sup> flexiona los dedos y supina el tobillo.<sup>9</sup>

El músculo *flexor del primer dedo* nace de la cara posterior de la mitad proximal de la tibia y peroné, su tendón cursa por detrás del tendón tibial posterior y del tendón



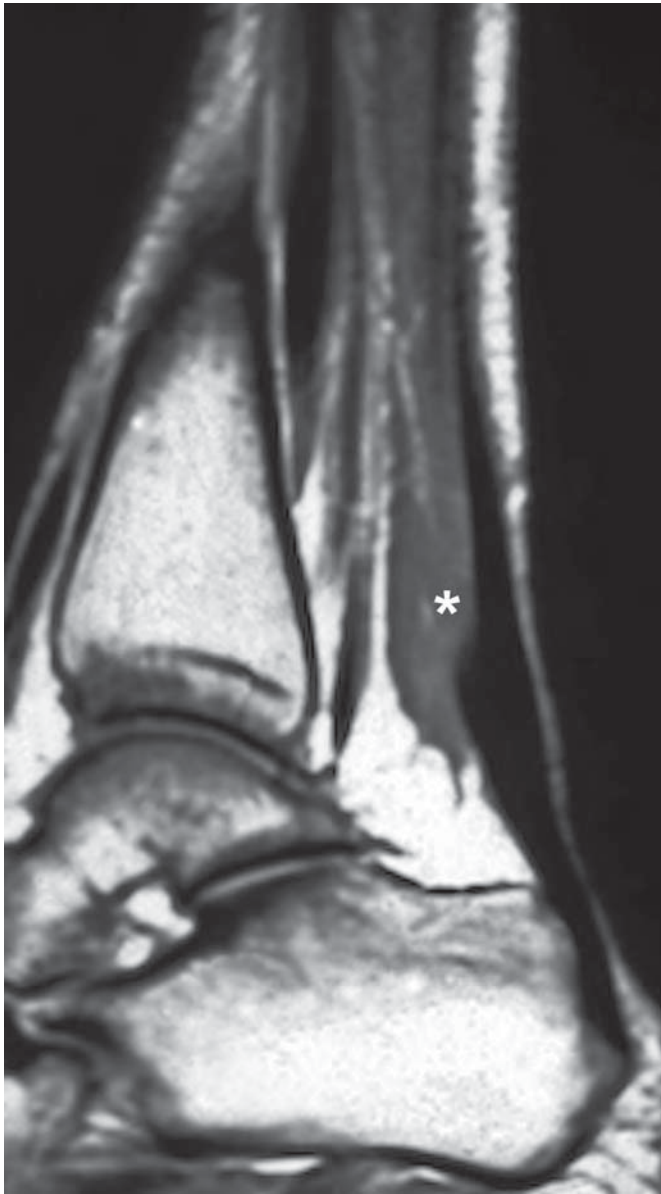
**Imagen 6.** Reconstrucciones volumétricas de los tendones por tomografía. **A)** *Tendones extensores*. 1: tibial anterior, 2: extensor del primer dedo, 3: extensor común de los dedos. **B-C)** *Tendones flexores*. 4: tibial posterior, 5: flexor común de los dedos, 6: flexor del primer dedo, 7: tendón de Aquiles, 8: peroneo corto, 9: peroneo largo.

flexor común de los dedos, en el tobillo pasa entre ambos tubérculos del proceso posterior del astrágalo, continúa su descenso quedando justo por debajo del *sustentaculum tali*, donde continúa su curso paralelo a la fascia plantar hasta llegar a su inserción en el primer dedo. Su función es la de flexionar el primer dedo y el tobillo.<sup>2</sup>

El *compartimento lateral* está conformado por los *tendones flexores peroneo largo y corto* (imagen 6c), la masa muscular del peroneo largo se origina en la cabeza y en los tercios

superior y medio de la superficie lateral del peroné, en tanto que la del corto se origina en los tercios medio e inferior, ambos tendones descienden de forma conjunta y comparten una sola bursa, al llegar al maléolo lateral el peroneo corto va por delante del largo, ambos rodean al maléolo por debajo y cambian su curso hacia delante y hacia abajo con una angulación  $> 45^\circ$ . En este nivel los tendones se separan y siguen una dirección diferente, con bursas independientes. El tendón peroneo corto se inserta en la apófisis estiloides del quinto metatarsiano y





**Imagen 7.** Inserción baja del soleo (asterisco). Sagital T1.

el peroneo largo cambia de nuevo su trayecto, hace una curva quedando por debajo del cuboide, continúa hasta llegar a la base del primer metatarsiano y de la cuña media. Su función es la eversión del pie y tiene una acción débil en la flexión plantar.<sup>2</sup>

El *compartimento anterior* está integrado por el *tendón extensor tibial anterior*, el *tendón extensor común de los dedos* y el *extensor del primer dedo* (imagen 6a), están sostenidos por los retináculos extensores superior e inferior que intervienen en la dosiflexión.<sup>11</sup>

El *tendón del tibial anterior* se origina en el cóndilo femoral lateral, región lateral de la tibia y membrana interósea y se inserta en la cara medial de la cuña media y base del primer metatarsiano.

El músculo *extensor del primer dedo* se origina en la superficie anterior del peroné en el tercio medio y membrana interósea, su tendón se inserta en la falange distal del primer dedo en la cara dorsal.

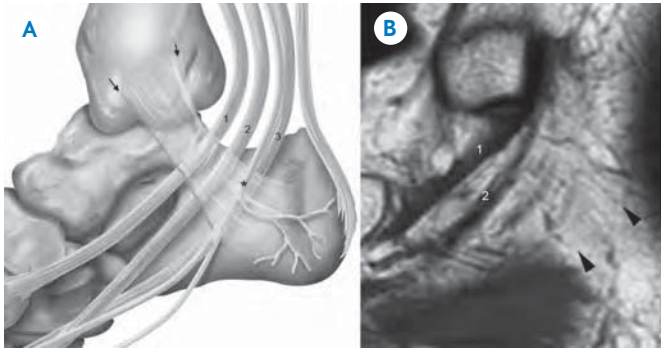
El músculo *extensor común de los dedos* tiene su origen en el cóndilo lateral de la tibia y en las tres cuartas partes superiores de la superficie medial del peroné y de la membrana interósea, forma un fuerte tendón que corre por detrás del ligamento anular junto con el tendón flexor del primer dedo y se divide en cinco tendones que se insertan en la cara dorsal de las falanges del segundo al cuarto dedo y en la cara lateral de la diáfisis del quinto metatarsiano.<sup>2,11</sup>

El músculo *peroneo anterior o tertius* es inconstante, su frecuencia varía entre 81 y 94%,<sup>12</sup> es más frecuente en hombres que en mujeres. Se origina en la superficie anterior del tercio inferior del peroné, desciende y pasa por debajo del ligamento anular y se inserta en el dorso de la base del quinto metatarsiano.<sup>2</sup>

**Túnel tarsiano:** es un espacio que se encuentra entre el retináculo flexor y el maléolo tibial (imagen 2d y 8a-b) por donde pasan los trayectos de los tendones flexores, el nervio tibial posterior, la arteria y la vena tibial posterior. El retináculo flexor tiene una forma casi triangular, sus fibras tienen una orientación vertical, se extiende desde el maléolo medial hacia la superficie posterosuperior del calcáneo. El plano coronal es el mejor para valorarlo, a nivel del *sustentaculum tali*, donde lo vemos como una banda, delgada y fina, hipointensa en T1 y de señal intermedia en el resto de las secuencias, por lo general de 1 mm de grosor; si es mayor de 2 mm puede considerarse patológico.<sup>13</sup>

### Patología Lesiones ligamentarias

Las lesiones a los ligamentos son el resultado de un cambio drástico en la estructura y fisiología y se dividen en tres grados. El grado I es una elongación del ligamento con microrrupturas, el grado II representa una ruptura parcial y el grado III es la ruptura completa. La lesión grado I causa dolor local y edema mínimo sin inestabilidad demostrable



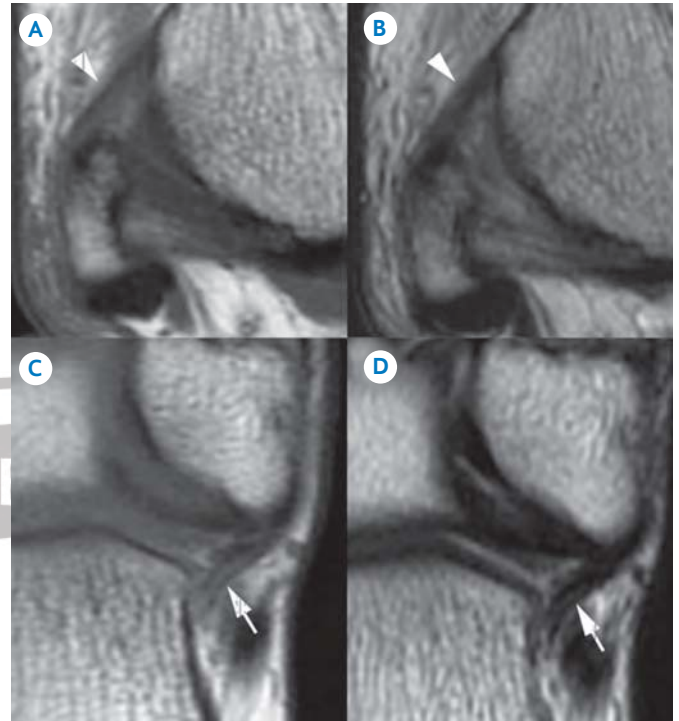
**Imagen 8.** Esquema de retináculo flexor y tendones flexores. **A)** Retináculo flexor (flechas negras) por donde transcurre el nervio tibial posterior (asterisco) y los tendones flexores (1: tibial posterior, 2: flexor común de los dedos, 3: flexor del 1er dedo). **B)** Imagen sagital T1 donde el retináculo se ve como finas líneas oblicuas hipointensas (cabezas de flecha).

en las radiografías con estrés. En el grado II la lesión es más importante, cursa con edema moderado, hemorragia con ruptura parcial o incompleta que repercute en la función del ligamento y que se traduce en inestabilidad. En el grado III se pierde la integridad del ligamento, hay edema y dolor.

En el esguince grados I y II el proceso de reparación ante un desgarro de las fibras inicia al formarse un coágulo, el cual es reabsorbido y remplazado por una matriz celular, de la tercera a la sexta semana se inicia la cicatrización donde predominan fibroblastos e incrementa la colagenización. Al principio el tejido es desorganizado, con el tiempo las fibras se reorganizan y vuelven a su configuración paralela, sin embargo el colágeno es de tipo III, biológica y biomecánicamente inferior al tipo I.<sup>3,4</sup>

El esguince es la lesión más común y puede ser repetitiva ocasionado dolor crónico o inestabilidad, limitando la actividad diaria en 20-40% de los casos. En los niños representa 26.5% de las lesiones en la escuela; en el área deportiva conforman 10% de las urgencias y entre 17 y 25% de las incapacidades. El diagnóstico se basa en la clínica, las radiografías convencionales se realizan para descartar fractura y es común que muestren edema de tejidos blandos y, en ocasiones, alineación ósea anormal.<sup>14</sup>

Aproximadamente 85% de los casos de esguince se deben a movimientos de inversión, con lesión de los ligamentos peroneos.<sup>6</sup> La lesión al ligamento cervical se puede asociar con esguince del peroneocalcáneo<sup>1-15-16</sup> (imagen 9a-d)



**Imagen 9.** Esguince de los ligamentos peroneo astragalino anterior (cabeza de flecha), así como del peroneo calcáneo (flechas blancas). **A-B)** Axial T1 y T2. **C-D)** Coronal T1 y T2.

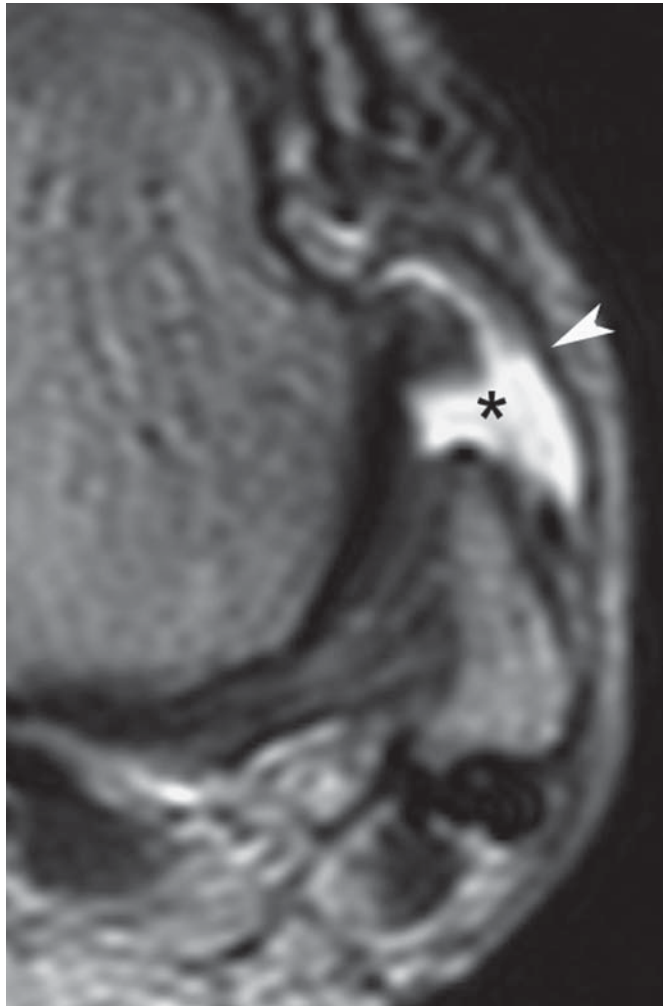
provocando inestabilidad del tobillo.<sup>2</sup> En RM el ligamento con esguince se observará isointenso y grueso en T1 e hipointenso en T2, en caso de ruptura existe ondulación y discontinuidad de las fibras, con retracción del cabo asociado a líquido (imagen 10).<sup>6-15</sup>

La inestabilidad medial del tobillo es causada por lesiones al ligamento deltoideo (imagen 11a-c), el mecanismo de lesión más frecuente es la eversión con 15% de las lesiones traumáticas del tobillo. Se lesiona con mayor frecuencia el ligamento tibioastragalino y con menor frecuencia el tibioescafoideo, seguido por el tibiospring. Si el daño es grave puede cursar con fractura avulsión en 79% de los casos.<sup>7</sup> Por lo general se asocia con fractura del maléolo, lesión de los ligamentos peroneos y de la sindesmosis.

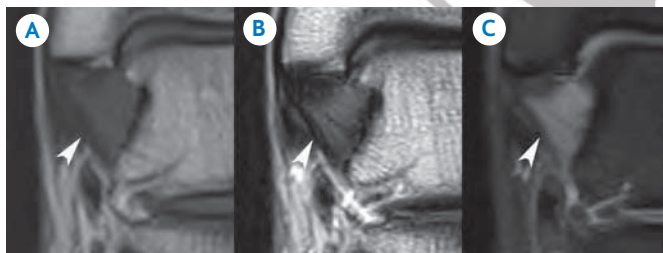
Las lesiones aisladas del deltoideo son raras, aproximadamente 5%, siendo el mecanismo de lesión la eversión con rotación externa. En caso de ruptura del ligamento tibioastragalino la cirugía es inevitable para restaurar la estabilidad de la mortaja.<sup>7-14</sup>

Las lesiones del ligamento Spring comúnmente involucran al fascículo superomedial y, de forma concomitante, puede





**Imagen 10.** Ruptura del ligamento peroneo astragalino. Disrupción de las fibras (asterisco), derrame articular con distensión de la capsula (cabeza de flecha). Axial DPSG.



**Imagen 11.** Esguince de ligamento tibioastragalino. **A)** Coronal T1, **B)** Coronal T2 y **C)** Coronal DPSG.

haber lesión del ligamento tibiospring y disfunción del tendón tibial posterior (debido a la cercanía entre estos) con alteración en la función estabilizadora del arco plantar.<sup>16</sup>

Se puede sospechar lesión de los ligamentos del seno del tarso si hay borramiento de la grasa, engrosamiento del ligamento cervical y presencia de líquido en la articulación subastragalina.<sup>17</sup>

### Lesiones tendinosas

Las lesiones en atletas son el resultado de cambios bruscos en la dirección, aceleración o desaceleración. Los tendones se lesionan cuando la fuerza que los tensa es excesiva produciendo ondulación o ruptura. Después de la lesión hay disrupción del arreglo paralelo de las fibras de colágeno y, si el daño se perpetúa, se incrementa la neovascularización, proliferación de fibroblastos y células endoteliales, pero en ausencia de células proinflamatorias (polimorfonucleares), la fase final de la reparación es la fibrosis.<sup>3</sup>

El proceso inflamatorio puede ser agudo o crónico, el agudo está representado por la entesitis, la tendinitis y la tenosinovitis. La entesitis es aquella que se presenta a nivel de la inserción tendinosa, ocasionada por un estiramiento brusco, puede estar asociada con micro o macrorrupturas. En RM existe engrosamiento del tendón, isointenso en T1 e hiperintenso y heterogéneo en T2 y en eco de gradiente, en la médula ósea hay edema y datos de bursitis.

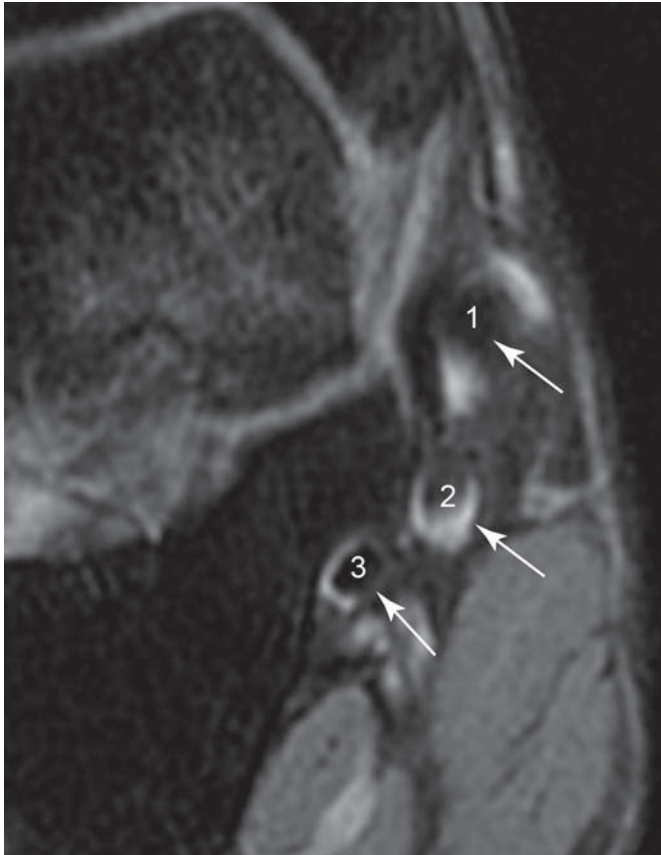
La tendinitis es un engrosamiento del tendón con proceso inflamatorio entre las fibras. El tendón se observará en la RM engrosado e isohipointenso en T1, mientras que T2 y en eco de gradiente se verán zonas hiperintensas lineales o puntiformes en el espesor del tendón.

La tenosinovitis es la inflamación de la bursa con incremento en la producción de líquido. En la RM se observará distendida por líquido y rodeando al tendón que puede estar engrosado o normal (imagen 12).<sup>15</sup>

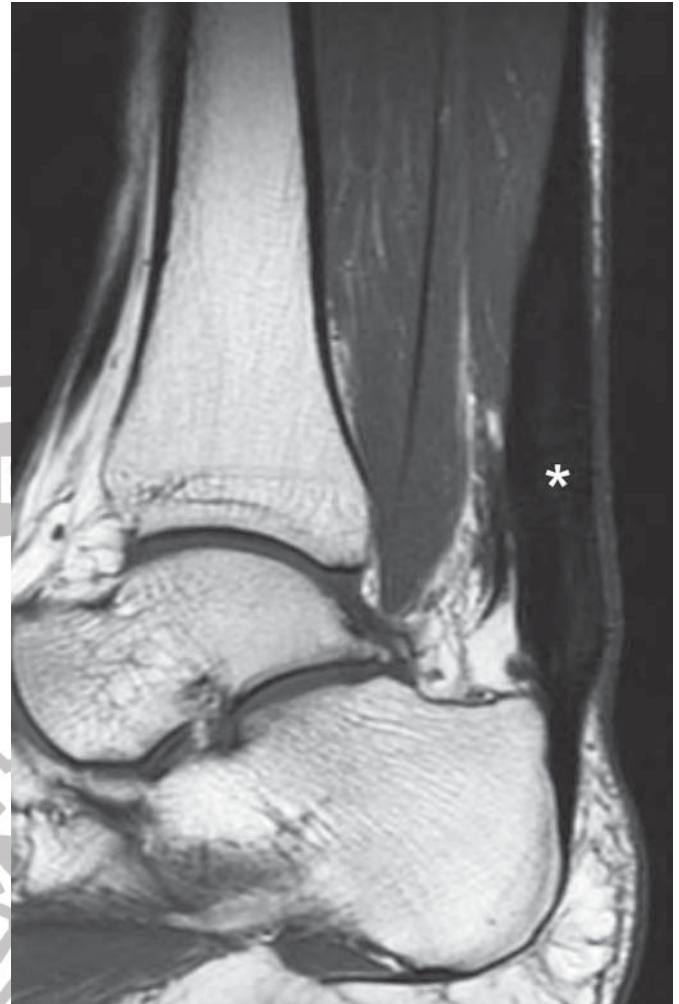
La tendinosis es un proceso degenerativo crónico debido a una reparación inadecuada,<sup>15</sup> el tendón se observa grueso e isointenso en T1, e hipointenso en el resto de las secuencias. Este es un proceso degenerativo en el que histológicamente no hay un proceso inflamatorio, pero hay evidencia de degeneración del colágeno, necrosis local, calcificación e hipocelularidad.<sup>18</sup>

### Compartimento posterior

Las lesiones del *tendón de Aquiles* se presentan en hombres de edad media, saltadores o corredores de alta velocidad.



**Imagen 12.** Tenosinovitis de los tendones flexores (flechas blancas). 1: tibial posterior, 2: flexor común de los dedos, 3: flexor del primer dedo. Coronal DPSC.



**Imagen 13.** Tendinosis del tendón de Aquiles con engrosamiento fusiforme e imágenes de intensidad intermedia en su espesor (asterisco). Sagital T1.

La tendinosis o entesopatía es la más común, se caracteriza por un engrosamiento focal y fusiforme del tendón, con señal intermedia en T2 y densidad de protones o STIR. Puede haber signos asociados como líquido en la bursa retrocalcánea, edema en la grasa preaquílea o de Kager (imagen 13).<sup>9,10,19</sup>

Las rupturas pueden ser agudas o crónicas según el tiempo de evolución, parciales o completas según el grado de compromiso de las fibras, longitudinales o transversales según la afección al espesor del tendón. Las rupturas parciales o totales están relacionadas con los deportes en 72 a 89%.<sup>15</sup> La zona más susceptible de ruptura se encuentra a 6 cm de su inserción en el calcáneo por disminución de la vascularidad en este segmento.<sup>10</sup> En la ruptura parcial se aprecian zonas hipointensas en T1 e hiperintensas y heterogéneas en T2 en el espesor del tendón, con un número variable de fibras que mantienen trayecto y tensión, en la proyección axial hay aumento de volumen con pérdida de

la concavidad anterior del tendón. La ruptura completa se manifiesta como una solución de continuidad, con retracción parcial de los cabos y con zona hiperintensa entre ellos, así como fibrilación (imagen 14). La ruptura en la inserción es menos frecuente, es causada por debilidad del tejido conectivo y de las fibras de colágeno en procesos como la diabetes, donde se puede presentar como fractura-avulsión.<sup>15</sup>

Otras entidades como la deformidad de Haglund también deben considerarse en presencia de engrosamiento del tendón calcáneo cerca de la inserción asociado a bursitis retrocalcánea y retroaquílea.<sup>20</sup>



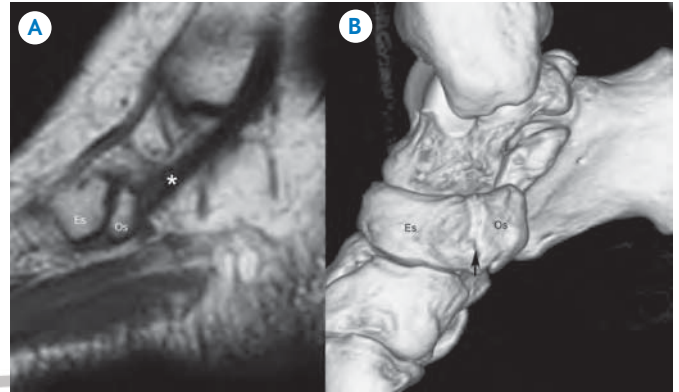


**Imagen 14.** Ruptura completa del tendón de Aquiles con retracción de los cabos, ondulación de las fibras e imagen hiperintensa entre estos (líquido). Sagital T2.

### Compartimento medio

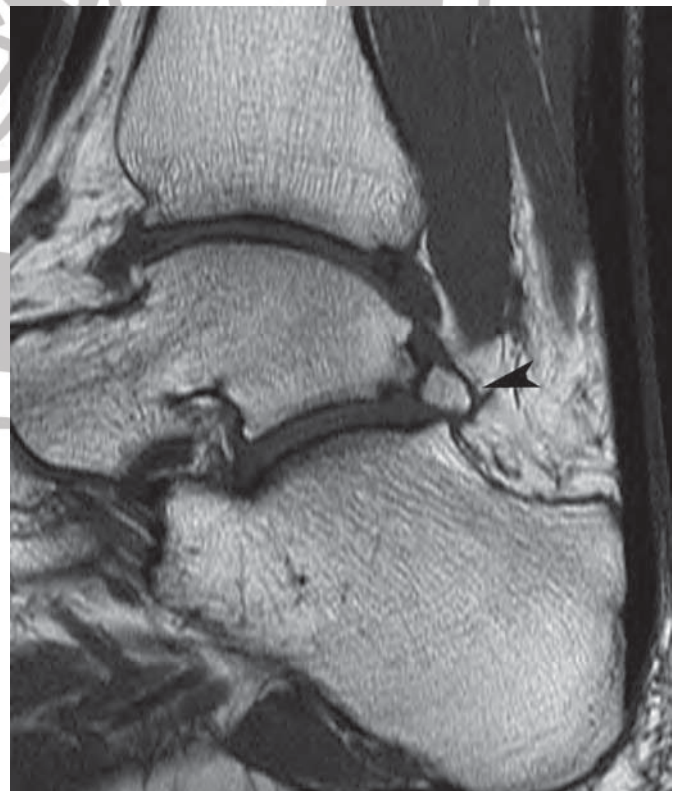
El *tendón tibial posterior* es el más grueso del compartimento medio y es el que comúnmente se lesiona en jugadores de baloncesto, hockey, tenis y fútbol. Los factores predisponentes son antecedente de ruptura o lesión previa, traumatismo y uso de corticoides. El sitio clásico de ruptura es a nivel del maléolo medial. El paciente desarrollará pie plano con valgo unilateral, debilidad o imposibilidad para la inversión y para extender los dedos asociados con alteración de la línea astragaloescafoidea.

Un *os escafoideo* puede predisponer a ruptura debido a una inserción débil del tendón en el escafoides (imagen 15a),<sup>10</sup> especialmente si éste es grande y se encuentra articulado con el escafoides (imagen 15b),<sup>1</sup> el edema en el hueso o huesos accesorios es indicativo de estrés crónico y causa de dolor medial.<sup>10</sup>



**Imagen 15.** *Os escafoideo*, **A)** Inserción del tendón tibial posterior con datos de tendinosis. Sagital T1. **B)** Reconstrucción volumétrica de un *os escafoideo* articulado casi fusionado al escafoides.

El tubérculo posterior del astrágalo tiene dos variantes anatómicas, una es el *os trigonum* (imagen 16), en donde el núcleo de osificación del tubérculo está separado y articulado al astrágalo, y otra en donde no hay separación con el astrágalo y queda una prominencia ósea llamada proceso Stieda. En el síndrome del pinzamiento posterior, también llamado síndrome de *os trigonum*, participan la porción distal y posterior de la tibia, la tuberosidad del



**Imagen 16.** *Os trigonum* (flecha negra). Sagital T2.



calcáneo, el tubérculo posterior del astrágalo, la cápsula, la membrana sinovial y el *tendón flexor del primer dedo*, los cambios están dados por microtraumatismo repetitivo e inflamación crónica en la sincondrosis cartilaginosa entre el os y el tubérculo lateral del astrágalo durante la flexión marcada, puede asociarse a contusión ósea o desprendimiento de la sincondrosis (imagen 17a-c); esta entidad es común entre los bailarines de ballet.<sup>10-15-17</sup>

Una afección en la que intervienen el flexor común de los dedos y el flexor del primer dedo es la del “pie del corredor”, que es el atrapamiento del nervio plantar medio (rama terminal del nervio tibial posterior) en la intersección de estos dos en la región plantar, a esta intersección se le conoce como “nudo maestro de Henry”.<sup>10-11</sup>

### Compartimento lateral

Con respecto a los *tendones peroneo largo* y *corto* hay que ser cautos cuando estos se separan; en este punto es común el fenómeno de “ángulo mágico”, artificio producido porque las fibras hacen un ángulo de 55° con el vector magnético, especialmente en el peroneo corto.<sup>15-21</sup>

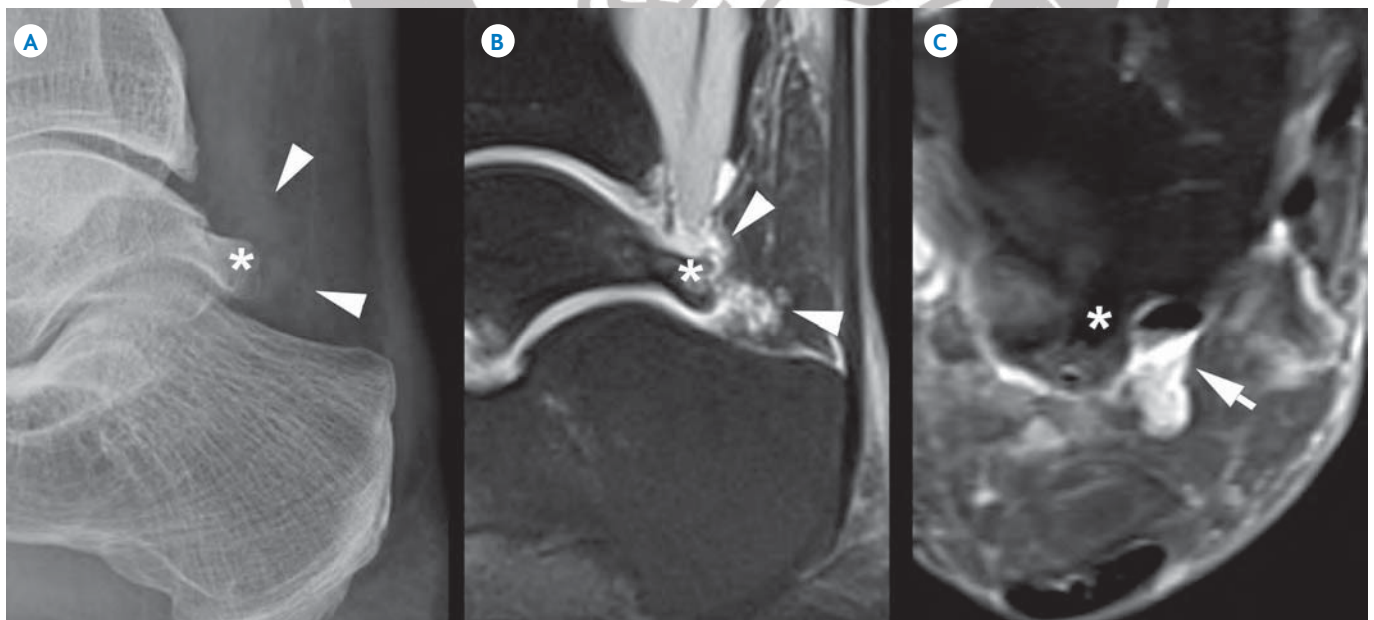
El *tendón peroneo cuartus* es una variante anatómica, el tendón proviene de un músculo accesorio con una incidencia de 10 a 13%, es más común en hombres y su importancia

radica en que se asocia con subluxación y tendinopatía de los peroneos. Éste se localiza por detrás del peroneo corto y se inserta en el calcáneo, cuboides o en uno de los tendones peroneos.<sup>3</sup>

Las rupturas en estos tendones por lo general son longitudinales, se observan como líneas paralelas intercaladas isointensas en T1 e hiperintensas en T2, la solución de continuidad puede ser de tamaño variable.<sup>15</sup> Las rupturas en el tendón peroneo largo son secundarias al incremento del estrés en las poleas, que son tres, una detrás del maléolo externo, donde se asocia con ruptura del peroneo corto, y las otras por debajo del tubérculo del calcáneo y en el canal del cuboides donde puede darse la ruptura aislada asociada con traumatismo (fractura o golpe directo).

Otra causa de ruptura del peroneo largo es *os peroneum* después de realizar una inversión con supinación.<sup>9</sup> La retracción y diástasis del sesamoideo en el cabo proximal del tendón es diagnóstico; sin embargo, la predisposición a ruptura del tendón peroneo largo por la presencia de un *os peroneo* es controvertida.<sup>21</sup>

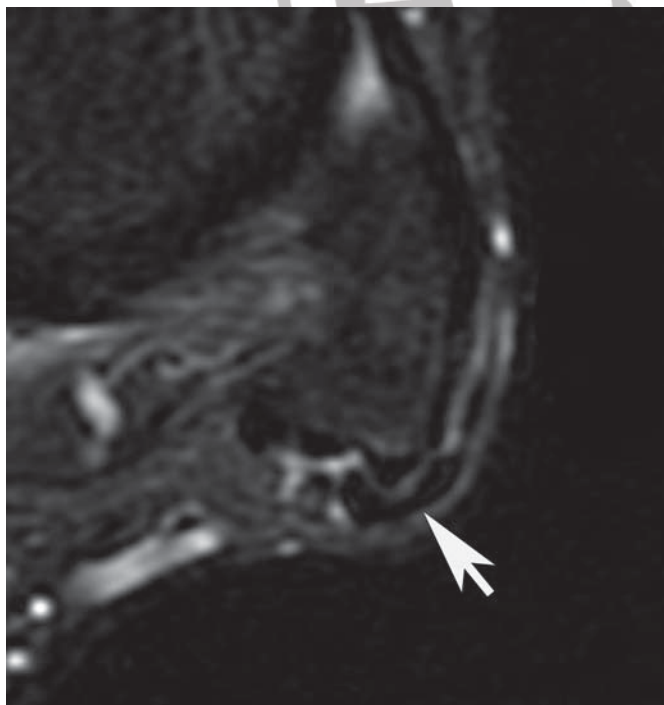
Las rupturas longitudinales del tendón peroneo corto (síndrome del tendón peroneo corto roto) está dada por su localización vulnerable, durante la dorsiflexión el peroneo corto es repetidamente comprimido entre el



**Imagen 17.** Proceso Stieda (asterisco) asociado con edema de tejidos blandos en la grasa de Kager (cabezas de flecha) y tenosinovitis del flexor del primer dedo, lo que corresponde con un síndrome de pinzamiento posterior. **A)** Radiografía lateral de tobillo. **B)** Sagital DPSPG. **C)** Axial DPSPG.

tendón peroneo largo y la fosa retromaleolar.<sup>21</sup> La fractura avulsión de este tendón es a nivel de la inserción en la apófisis estiloides del quinto metatarsiano y es causada por un movimiento de inversión forzada.<sup>15</sup>

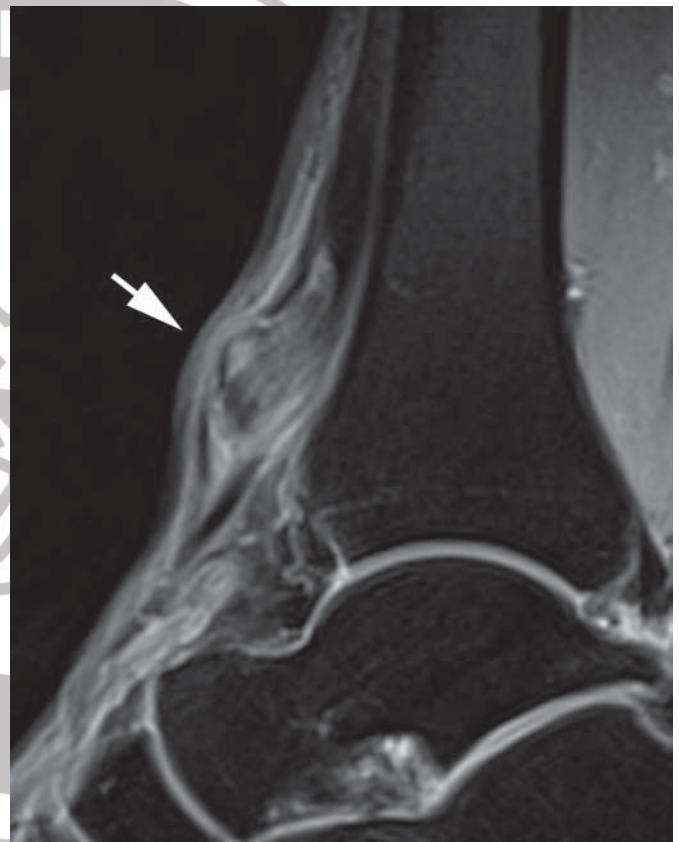
El acortamiento anormal del tendón peroneo corto asociado con aplanamiento de la fosa retromaleolar y traumatismo con o sin fractura pueden producir luxación o subluxación anterior de los tendones peroneos; esta condición se asocia con ruptura del retináculo peroneo, en la RM se muestra el tendón por fuera de maléolo como un punto hipointenso en los cortes axiales.<sup>15</sup> En la subluxación parte del tendón peroneo corto queda atrapado entre la fosa retromaleolar y el tendón peroneo largo que se desplaza anteriormente. En las imágenes axiales el tendón subluxado se observa aplanado en la parte central (como boomerang)<sup>1</sup> y parcialmente por fuera del maléolo (imagen 18); cuando regresa a su posición normal se pueden observar cambios en la intensidad de señal en el espesor debido a la fricción, las maniobras de estrés y la posición neutra son recomendables para demostrar los cambios de posición del tendón.



**Imagen 18.** Luxación parcial del tendón peroneo corto (flecha) parcialmente por fuera del maléolo peroneo. Axial STIR.

### Compartimento anterior

La lesión de los tendones extensores es rara, se ve en jugadores de fútbol, esquiadores y corredores que practican este deporte cuesta abajo.<sup>10</sup> De los tendones extensores el tibial anterior es el que más comúnmente se lesiona, ya sea por traumatismo directo o indirecto y por fricción causada por formaciones osteofíticas en el escafoides o en la articulación tarso-metatarsiana; puede producir sinovitis, tendinitis o tendonosis. La ruptura espontánea es rara y cuando se produce se acompaña de masa palpable en el dorso del pie (imagen 19).<sup>1-15</sup>



**Imagen 19.** Ruptura parcial del tendón tibial anterior (flecha). Sagital DPSPG.

### Túnel tarsiano

El síndrome del túnel tarsiano es causado por un proceso ocupativo, caracterizado por parestesias, dolor y debilidad atribuidos al atrapamiento del nervio tibial posterior. La RM se utiliza para determinar lesiones como varicosidades, ganglión, hipertrofia sinovial y edema; sin embargo, otras afecciones como la coalición tarsal, septos y las

deformidades postraumáticas también disminuyen la amplitud del túnel tarsal y deben considerarse.<sup>8-9</sup>

## CONCLUSIÓN

La resonancia magnética es el método de elección para valorar las lesiones en ligamentos y tendones del tobillo; sin embargo, también es una herramienta que ayuda a la detección de variantes anatómicas tanto óseas como tendinosas. Un adecuado conocimiento de la anatomía del tobillo contribuye a la localización adecuada de la afección, disminuye los errores de diagnóstico y ayuda a elegir un tratamiento adecuado.

## Referencias

1. Pope TL, Bloem HL, Beltran J, Morrison WB and Wilson DJ. Imaging of the musculoskeletal system: Expert Radiology Series. 1ed, Philadelphia: Elsevier 2008;1:691-809.
2. Villegas G y Fernández-Tapia S. Anatomía normal de las articulaciones en imagen por resonancia magnética. In: Fernández-Tapia S, Boleaga DB, Beltran J, editores. Radiología e Imagen Diagnóstica y Terapéutica: Musculoesquelético Columna Vertebral y Esqueleto Apendicular. Philadelphia: Lippincott Williams and Wilkins 2001;33-37.
3. Deutsch AL, Mink JH, Kerr R. MRI of the foot and ankle. New York: Raven Press 1992:135-197.
4. Franck CB. Ligament structure, physiology and function. J Musculoskel Neuron Interact 2004;4(2):199-201.
5. Muhle C, Frank LR, Rand T, *et al.* Collateral ligaments of the ankle: high-resolution MR imaging with a local gradient coil and anatomic correlation in cadavers. Radiographics 1999;19:673-683.
6. Cerezal L, Llopis E, Canga A, *et al.* MR arthrography of the ankle: indications and technique. Radiol Clin N Am 2008;46:973-994.
7. Mengiardi B, Pfirrmann CWA, Vienne P, *et al.* Medial collateral ligamento complex of the ankle: MR appearance in asymptomatic subjects. Radiology 2007;242(3):817-823.
8. Lektrakul N, Chung CB, Lai Y-M, *et al.* Tarsal sinus: Arthrographic, MR Imaging, MR arthrographic, and pathologic findings in cadavers and retrospective study data in patients. Radiology 2001;219:802-810.
9. Leffler S, Disler DG. MR Imaging of tendon, ligament, and osseous abnormalities of the ankle and hinfot. Radiol Clin N Am 2002;40:1147-1170.
10. Dunfee WR, Dalinka MK, Kneeland JB. Imaging of athletic injuries to the ankle and foot. Radiol Clin N Am 2002;40:289-312.
11. Delfaut EM, Demondion, Bieganski A, *et al.* X, Imaging of Foot and Ankle Nerve Entrapment Syndromes: From Well-demonstrated to Unfamiliar Sites. Radio Graphics 2003;23:613-623.
12. Ramirez d, Gjardo C, Caballero P, *et al.* Clinical Evaluation of Fibularis Tertius Muscle Prevalence. Int J Morphol 2010;28(3):759-764.
13. Malik A, Aguiar RO, Trudell DJ, *et al.* Retinacula of the foot and ankle: MRI with anatomic correlation in cadavers. AJR 2007;188:348-354.
14. Bencardino J, Rosenberg ZS, Delfaut E. MR imaging in sports injuries of the foot and ankle. Magn Resonan Imaging Clin N Am 1999;7:131-49.
15. (Fernández TS. Tobillo y pie, En: Restrepo GR y Giménes CR. Avances en diagnóstico por imágenes: Musculoesquelético. 1ra ed. Buenos Aires. Journal 2010;6:97-116.
16. Perrich KD, Goodwin DW, Hecht. Ankle ligaments on MRI: appearance of normal and injured ligaments. AJR 2009;193:687-695.
17. Lektrakul N, Chung CB, Lai Y-M, *et al.* Tarsal sinus: Arthrographic, MR Imaging, MR arthrographic, and pathologic findings in cadavers and retrospective study data in patients. Radiology 2001;219:802-810.
18. Schwizer M, Karasick D. MR Imaging of disorders of the posterior tibialis tendon. AJR 2000;175:627-635.
19. Ly JQ and Bui-Mansfiel LT. Anatomy of and Abnormalities Associated with Kager's Fat Pad. AJR 2004;182:147-154.
20. Schwizer M, Karasick D. MR Imaging of Disorders of the Achilles Tendon. AJR 2000;175:613-625.
21. Wang XT, Rosenberg ZS, Mechlin MB, *et al.* Normal variants and diseases of the peroneal tendons and superior peroneal retinaculum: MR imaging features. Radio Graphics 2005;25:587-602.