Inestabilidad metatarsofalángica de los dedos menores del pie

Metatarsophalangeal instability of the lesser toes

Freddy Escobar-Leal*, Sara Muñoz-Chiamil, Claudia Astudillo-Abarca, Edith Miranda-Viorklumds y Esteban Giannini-Jara

Departamento de Diagnóstico por Imágenes, Unidad de Radiología Musculoesquelética, Clínica Las Condes, Santiago, Chile

Resumen

La patología de la articulación metatarsofalángica de los dedos menores del pie se ha transformado en una fuente de interés debido a las actuales posibilidades de realizar un diagnóstico más preciso con los métodos de imagen disponibles. De la misma forma, despierta el interés de los traumatólogos para asumir su desafío terapéutico gracias a las técnicas quirúrgicas de reparación en el manejo de estos pacientes. Presencia asociada a lesiones del complejo capsulo-ligamentario articular de la placa plantar preexistentes en la actualidad. La patología de la articulación metatarsofalángica del hallux es predominantemente producto de lesiones agudas y traumáticas, mientras que la patología de los dedos menores del pie es fruto de lesiones degenerativas que producen desgarros de la placa plantar, que en ocasiones pueden estar asociadas a lesiones del complejo cápsulo-ligamentario articular metatarsofalángico. La resonancia magnética es la herramienta más útil en el enfrentamiento de esta patología, pero requiere que el médico radiólogo esté familiarizado con la anatomía y la biomecánica de la placa plantar, así como con los patrones típicos de lesión y su clasificación para una adecuada caracterización de los hallazgos imagenológicos que serán de utilidad para el traumatólogo en el manejo de estos pacientes.

Palabras clave: Dedos del pie. Placa plantar. Inestabilidad articular metatarsofalángica. Metatarsalgia. Deformidad de los dedos menores del pie. Antepié.

Abstract

The pathology of the lesser toes metatarsophalangeal joint has become a source of interest due to the current possibilities of making a more precise diagnosis with the imaging methods available today. In the same way, the interest of orthopedic surgeons to take on their therapeutic challenge is growing thanks to the surgical repair techniques that exist today. The pathology of the hallux metatarsophalangeal joint is predominantly the product of acute and traumatic injuries; however, the pathology of the lesser toes is the result of degenerative injuries that produce plantar plate tears, which can sometimes be associated with injuries of the metatarsophalangeal joint capsulo-ligamentary complex. Magnetic resonance imaging is the most useful tool in dealing with this pathology, but it requires the radiologist to be familiar with the anatomy and biomechanics of the plantar plate, as well as with the typical patterns of injury and their classification for an adequate characterization of the imaging findings that will be useful for the traumatologist in the management of these patients.

Key words: Toes. Plantar plate. Metatarsophalangeal joint instability. Metatarsalgia. Lesser toes deformities. Forefoot.

Correspondencia:

*Freddy Escobar-Leal

E-mail: freddyesobar@gmail.com

Fecha de recepción: 02-08-2021

Fecha de aceptación: 23-09-2021

DOI: 10.24875/RCHRAD.M21000009

Disponible en internet: 03-12-2021

Rev Chil Radiol. 2021;27(4):195-209

www.resochradi.com

0717-9308 / © 2021 Sociedad Chilena de Radiología. Publicado por Permayer. Éste es un artículo open access bajo la licencia CC BY-NC-ND (<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>).

Introducción

El estudio del antepié ha adquirido progresivamente mayor interés debido a los avances en la capacidad diagnóstica por imágenes y al desarrollo de opciones terapéuticas para sus alteraciones. Por la complejidad de las estructuras anatómicas y los múltiples factores que participan en su biomecánica, es de especial importancia para el radiólogo una adecuada comprensión de la anatomía involucrada y su fisiopatología, así como de los tipos de lesiones y los factores predisponentes.

La metatarsalgia es la manifestación clínica común a múltiples alteraciones que afectan el antepié, y se origina no solo en los metatarsianos (MTT), sino también en las articulaciones metatarsofalángicas (MTF) y las partes blandas adyacentes, tanto intermetatarsianas como submetatarsianas¹ (Tabla 1).

Dentro del grupo de lesiones del antepié, las más conocidas y estudiadas involucran al primer dedo del pie (*hallux*), pero cada vez existe mayor capacidad de estudio y tratamiento de lesiones que afectan los dedos menores del pie. En este artículo se revisan particularmente las alteraciones relacionadas con la inestabilidad articular metatarsofalángica de los dedos menores del pie, cuya falta de diagnóstico y tratamiento adecuado puede desencadenar dolor crónico del antepié, deformaciones permanentes y complicaciones asociadas, por lo que su adecuado manejo exige el conocimiento de todos sus aspectos.

El conocimiento de la función de las articulaciones MTF y sus patrones de degeneración predecibles ha permitido el desarrollo de clasificaciones clínicas y quirúrgicas para manejar su alteración. Innovaciones relativamente recientes permiten a los cirujanos abordar estas articulaciones y reparar la placa plantar (PP) directamente. Existen signos clínicos y test físicos que tienen una alta correlación con la lesión de la PP. Los estudios por imágenes permiten confirmar la lesión, clasificarla y detectar posible patología concomitante.

Anatomía y función

Las articulaciones MTF menores están comparativamente menos equipadas que la del *hallux* para soportar los incrementos de estrés sostenido en el tiempo, lo que constituye un factor clave en el desarrollo de su patología. Los componentes que participan en la estabilización articular se deben diferenciar en estáticos y dinámicos¹. Los estabilizadores estáticos incluyen la PP, el complejo ligamentario colateral (CLC) conformado

Tabla 1. Causas de metatarsalgia

Inflamatorias	– Bursitis intermetatarsiana y submetatarsiana – Sinovitis - derrame articular
Tendones/ ligamentos	– Esguince – Tendinopatía – Tenosinovitis
Nervios	– Fibrosis perineural (neuroma interdigital de Morton)
Huesos/ articulaciones	– Lesión de Lisfranc – Fracturas de estrés – Sesamoiditis – Lesión osteocondral – Osteonecrosis (enfermedad de Freiberg) – Inestabilidad articular metatarsofalángica (rotura/degeneración de la placa plantar o capsular) – Quiste sinovial – Atrofia de almohadilla grasa plantar
Otras	– Artropatías (degenerativa, inflamatorias, infecciosas, por cristales), miopatías, neuropatías, sinovitis villonodular pigmentada, etc.

por los componentes propios y accesorios, la cápsula articular, el ligamento intermetatarsiano transversal profundo y la expansión extensora (*extensor hood*) (Fig. 1). Los músculos y tendones extensores y flexores de los dedos del pie conforman los estabilizadores dinámicos^{1,2} (Tabla 2).

La PP es el principal estabilizador de la articulación MTF menor, por lo que se ha transformado en el principal objeto de estudio, lo que incluye conocer tanto su anatomía como su biomecánica para un correcto diagnóstico y un adecuado tratamiento de sus lesiones¹⁻³.

La PP estabiliza la articulación MTF en el eje dorso-plantar. Cumple las funciones de resistir la fuerza de tensión longitudinal, especialmente en dorsiflexión, ajustar la articulación y soportar las fuerzas compresivas transferidas al antepié durante la marcha. Presenta una estructura fibrocartilaginosa, de morfología rectangular a trapezoidal, que se inserta firmemente en la base de la falange proximal. Está compuesta por fibras de colágeno tipo 1 (75%) y tipo 2 (21%), de disposición predominantemente longitudinal. Mide en promedio 20 mm en el eje longitudinal (16-23 mm) y 10 mm en el eje transversal (8-13 mm), y tiene 2-5 mm de espesor¹. En la porción central de su inserción falángica presenta un receso articular en el margen dorsal, que mide hasta 2,5 mm de extensión longitudinal (Fig. 2). En sus márgenes recibe inserciones de varias estructuras adyacentes, incluidas la

Figura 1. Anatomía articular metatarsofalángica menor. 1) placa plantar; 2) ligamento colateral propio; 3) ligamento colateral accesorio; 4) ligamento intermetatarsiano transversal profundo; 5) aponeurosis plantar; 6) tendones flexores; 7) músculo-tendón lumbrical; 8) músculo-tendón interóseo; 9) tendones extensores; 10) expansión extensora; 11) cápsula articular; 12) vaina tendínea flexora; 13) paquete vasculonervioso interóseo; 14) bursa intermetatarsiana.

fascia plantar, los ligamentos colaterales accesorios, la cápsula articular, el ligamento transversal intermetatarsiano profundo, los tendones interóseos y la vaina de los tendones flexores. En el aspecto plantar de la PP se ubica el tendón flexor, que se encuentra centrado bajo la cabeza del MTT gracias a las fijaciones de su vaina tendínea⁴.

Los ligamentos colaterales están constituidos por un componente directo o «propio» y un componente indirecto o «accesorio» (Fig. 3). La estrecha relación y la intersección de sus fibras determina que ambos conformen el CLC. Los componentes propios tienen como

Figura 2. Representación anatómica de la placa plantar (vista de dorsal a plantar). Porción central en amarillo, con receso articular fisiológico en la porción central de su inserción falángica (punta de flecha) y sus refuerzos colaterales (flechas). En los márgenes de la placa plantar se insertan los componentes accesorios de los ligamentos colaterales (rojo). En los márgenes de la base de la falange proximal se insertan los ligamentos colaterales propios (azul).

Tabla 2. Componentes estabilizadores de las articulaciones metatarsofalángicas menores

Estabilizadores estáticos	<ul style="list-style-type: none">– Placa plantar– Complejo ligamentario colateral– Cápsula articular– Ligamento intermetatarsiano transversal profundo– Expansión extensora
Estabilizadores dinámicos	<ul style="list-style-type: none">– Músculos-tendones flexores y extensores

principal función resistir el estrés en varo y valgo. Los componentes accesorios permiten la fijación de la PP a la cápsula dorsal y la expansión extensora^{1,3}.

El aparato extensor está formado por dos tendones extensores, largo y corto, que se encuentran fusionados en su trayecto por la articulación MTF. La vaina tendínea extensora se fusiona al aspecto dorsal de la cápsula articular a través de la expansión extensora. Esta configuración anatómica descrita genera un vector de fuerza que favorece la dorsiflexión de la falange proximal, lo que explica la tendencia a la subluxación articular dorsal en varias condiciones patológicas. En

Figura 3. Representación anatómica en resonancia magnética de antepié del complejo ligamentario colateral metatarsofalángico y su relación con la placa plantar. En azul, el ligamento colateral propio; en rojo, el ligamento colateral accesorio; en amarillo, la placa plantar.

oposición a lo anterior, los tendones flexores de los dedos, al ser flexores primarios de las articulaciones interfalángicas, generan un vector de fuerza plantar pasivo sobre las articulaciones MTF, y los músculos interóseos y lumbricales actúan como flexores intrínsecos de las articulaciones MTF. Durante la marcha normal, la PP y los músculos lumbricales e interóseos actúan resistiendo la fuerza que tiende a desplazar hacia dorsal la falange proximal, y la traccionan a una posición neutra en la articulación MTF.

Los músculos interóseos contribuyen también estabilizando la articulación MTF en el plano transversal. Resulta interesante destacar que todos los dedos menores tienen un músculo interóseo dorsal y uno plantar. Sin embargo, solo la segunda articulación MTF tiene dos músculos interóseos dorsales, uno medial y otro lateral, lo que constituye una explicación a la desviación medial que sufre el segundo dedo ante ciertas lesiones que afectan esta articulación en su aspecto lateral^{3,4}.

Los músculos lumbricales se originan del aspecto medial del tendón flexor largo de los dedos y se insertan en el aspecto medial de la cápsula articular, lo que genera un vector de fuerza en aducción, sin oposición,

Figura 4. Cabeza de los metatarsianos menores. Morfología e inclinación habitual, y su relación con la placa plantar y los tendones flexores. En verde, los cóndilos metatarsianos; en amarillo, la placa plantar; en naranja, los tendones flexores.

sobre la articulación MTF. Si los estabilizadores principales de la articulación están intactos, este vector de fuerza se encuentra normalmente balanceado.

La cabeza de los MTT menores está formada por dos cóndilos, de los cuales el lateral es de mayor tamaño, lo que favorece una supinación fisiológica que no supera los 36°³ (Fig. 4).

Fisiopatología

La principal función de los dedos del pie es aumentar el área de carga del antepié y compartir la absorción de la carga con la cabeza metatarsiana durante la fase de despegue de la marcha (*toe-off*).

La posición normal de los dedos menores resulta de la acción de los estabilizadores estáticos y dinámicos. Durante la hiperextensión de la falange proximal hay insuficientes músculos antagonistas que prevengan una mayor hiperextensión y una progresiva subluxación, y de ahí la importancia de la indemnidad de la PP. Es así como, durante la marcha normal, la PP junto con los músculos lumbricales e interóseos actúan resistiendo la fuerza que tiende a desplazar hacia dorsal la falange proximal, y la traccionan a una posición neutra en la articulación⁴.

La causa más frecuente de mal alineamiento de las articulaciones MTF menores es la degeneración o rotura de la PP. Las fuerzas de hiperextensión crónica sobre la articulación MTF debilitan progresivamente la PP y sus reforzamientos capsulares, llevando a la pérdida de estabilidad articular (Fig. 5). Con la progresión de la inestabilidad aparece afectación del CLC, en especial del lateral, ya que es ahí donde inicialmente se soporta mayor carga producto de la supinación fisiológica de la cabeza metatarsiana.

Figura 5. Representación del mecanismo fisiopatológico de degeneración o rotura de la placa plantar; la hiperextensión y la carga mecánica aplicadas sobre el antepié son los principales factores involucrados.

Estudio por imágenes

Tanto el ultrasonido como la resonancia magnética (RM) son técnicas desafiantes para el estudio de las articulaciones MTF menores cuando existen deformidades de los dedos del pie, ya sean estas producto de alteraciones del desarrollo o adquiridas, que incluyen espacios intermetatarsianos estrechos, dedos en garra y gruesas callosidades plantares^{1,5}.

Ambas técnicas de imagen son útiles en el enfrentamiento de su patología. El ultrasonido es en especial dependiente del operador. La RM requiere una cuidadosa exploración para un mejor rendimiento diagnóstico. Ambas técnicas tienen curvas de aprendizaje y se requiere adquirir experiencia para su adecuada realización y correcta interpretación^{1,3,5}.

En el ultrasonido se debe preferir la utilización de transductores de alta resolución (idealmente

Figura 6. Anatomía en ultrasonido de la placa plantar en el eje largo. En amarillo, porción central de la placa plantar; en naranja, trayecto de los tendones flexores.

> 15 MHz). La evaluación de la PP en el plano longitudinal permite determinar su anatomía y detectar defectos patológicos en su inserción falángica, y en el plano transversal permite determinar la relación entre la PP y el CLC, pero es gracias a la evaluación dinámica que se podrá determinar la estabilidad de la PP y las alteraciones en los espacios intermetatarsianos adyacentes (Fig. 6).

En la RM, debido al pequeño tamaño de las estructuras, es ideal realizar el estudio con equipos de 3 T, y nunca menores de 1,5 T. Debido a la utilidad de la detección de defectos patológicos en las estructuras de interés, las secuencias sensibles a líquido serán las de mayor utilidad: secuencia de inversión de la recuperación de tau (TI) corto (STIR) o secuencia de densidad protónica con supresión grasa (DPFS) en los tres planos espaciales, con un campo de visión (FOV) centrado en el antepié y con grosores de corte no mayores de 3 mm (Fig. 7). Con estas consideraciones técnicas se logra una resolución de corte que permite la detección de lesiones de la PP y del CLC, donde incluso se podrá determinar la lesión de un componente específico según su ubicación en los planos de corte (Figs. 8 y 9).

Inestabilidad articular metatarsofalángica menor

Se refiere a la deformación progresiva de la articulación MTF menor, producto del deterioro de los estabilizadores articulares, principalmente de la PP y de los ligamentos colaterales. En estadios avanzados, el dedo del pie adquiere una deformidad en martillo, y el estadio final de este proceso genera un dedo montado (*cross-over toe*)^{1,4} (Fig. 10).

Los pacientes afectados son principalmente mujeres (71% de los casos) y mayores de 50 años (86%), siendo la edad promedio de presentación los 58 años. Las articulaciones MTF afectadas en orden de frecuencia son la segunda (64%), la tercera (32%) y la cuarta (4%)⁴.

Figura 7. Esquema de estudio por resonancia magnética de la articulación metatarsofalángica menor. Cabe destacar que en el corte sagital central se visualiza el receso articular fisiológico de la placa plantar (flecha).

Figura 8. Anatomía en resonancia magnética de la placa plantar. En amarillo, tejido correspondiente a la placa plantar.

Figura 9. Variantes de señal y morfología de la placa plantar en su inserción falángica. A la izquierda, el círculo de línea discontinua muestra la interfase de señal que se produce entre el cartilago articular (en rosa) y la placa plantar (en amarillo). A la derecha, un receso articular fisiológico.

La evaluación clínica, el diagnóstico y el tratamiento de la inestabilidad MTF de los dedos menores ha evolucionado muy rápido. Actualmente se conoce un patrón evolutivo de hallazgos relacionados con la inestabilidad articular^{1,2} (Fig. 11). El factor desencadenante es el estrés articular crónico repetitivo que genera sinovitis articular, la que a su vez induce una elongación capsular y laxitud articular. Posteriormente, el estrés mantenido induce degeneración y desgarro de la PP, que

progresivamente se extiende al CLC, en especial en el margen lateral de la PP. Producto de esta progresiva degeneración de los elementos estabilizadores, se observará una mayor supinación de la cabeza del MTT y, eventualmente, aparición de desgarro capsular, en general del componente lateral¹. En ocasiones, una lesión traumática aguda puede generar inestabilidad articular, pero lo más habitual es que se produzca de manera progresiva³.

Figura 10. Dedo en martillo (a la derecha) y dedo montado (a la izquierda). Corresponden a estadios avanzado y final de la inestabilidad articular metatarsofalángica de los dedos menores del pie.

Figura 11. Factores evolutivos en la inestabilidad metatarsofalángica menor.

Los factores predisponentes son aquellos que favorecen una sobrecarga sobre la articulación MTF.

La sinovitis, en especial en la artritis reumatoide^{6,7}, está considerada como uno de los hallazgos iniciales que derivará en degeneración capsular y subsecuentemente en inestabilidad articular (Tabla 3).

El segundo MTT largo es aquel donde la distancia entre el extremo distal de la cabeza del segundo MTT es mayor de 4,5 mm al eje trazado entre la cabeza del primero y el tercer MTT. Esta condición favorece el desarrollo de *hallux valgus* y típicamente transfiere el estrés mecánico de la primera hacia la segunda articulación MTF¹ (Fig. 12).

El *hallux valgus* favorece la inestabilidad articular de la segunda MTF debido a que la desviación lateral del *hallux* genera presión patológica sobre el segundo dedo. Este mismo fenómeno se produce en pacientes que utilizan calzado estrecho o taco alto, en los que de forma artificial o exógena se produce una presión anormal sobre el antepié, especialmente sobre el segundo dedo¹.

Tabla 3. Factores predisponentes de inestabilidad metatarsofalángica menor

- Segundo metatarsiano largo congénito (> 4,5 mm)
- *Hallux valgus* (*hallux rigidus* – pie plano)
- Pie plano
- Hiper movilidad articular
- Uso de taco alto o calzado restrictivo
- Trauma directo (inestabilidad aguda)
- Artritis reumatoide

Cuadro clínico

La presentación clínica de la inestabilidad articular de los dedos menores del pie se caracteriza por dolor crónico, pero hasta dos tercios de los pacientes son capaces de identificar un episodio agudo de dolor que inicia el cuadro. La ubicación del dolor inicialmente está bien localizado en la PP, pero con el tiempo se torna difuso, producto de la sinovitis, y se asocia a cierta tumefacción articular⁴. De esta forma, en etapas tardías, los síntomas son los de una metatarsalgia inespecífica, y en ocasiones similares a los del neuroma de Morton, por lo que el dolor puede adquirir una localización intermetatarsiana, submetatarsiana o en el propio dedo.

En la exploración física se puede identificar dolor puntual a la palpación de la inserción de la PP, y posteriormente, debido a la lesión progresiva desde la PP y el CLC, se detectará deformación progresiva del dedo: hiperextensión MTF, desviación medial del dedo, deformación en martillo y, finalmente, un dedo montado sobre el dedo adyacente (signo de *cross-over*). La desviación adquirida en dirección medial o tibial del segundo dedo se asocia a separación entre los dedos segundo y tercero, lo que constituye un signo altamente sugerente de esta patología.

Se han descrito test clínicos que pueden orientar a la inestabilidad MTF menor por rotura de la PP: test de tracción del papel (*paper pull-out test*) y test de estrés vertical (test de Hamilton-Thompson)^{1,3}. El test de tracción del papel (Fig. 13) muestra la disminución de la fuerza de agarre plantar del dedo por lesión de la PP⁴. El test de estrés vertical (Fig. 14) evalúa la estabilidad articular ante la fuerza de tracción en el eje caudo-craneal; es similar al test de cajón articular y constituye el hallazgo aislado más predictivo de rotura de la PP. Este último se considera positivo cuando reproduce el dolor del paciente y permite realizar una graduación clínica del grado de inestabilidad articular (G0 a G4)⁷.

Figura 12. Elementos que se deben evaluar en una radiografía anteroposterior de pie en carga. La parábola normal del antepié se representa con la línea verde discontinua. Las líneas rojas indican los ejes de medición del ángulo metatarsofalángico anteroposterior del *hallux* en busca de *hallux valgus*. La línea amarilla discontinua indica el método de medición en caso de segundo metatarsiano largo.

La utilidad de realizar una graduación clínica de la inestabilidad articular es que permite cuantificar la magnitud de la deformación articular, sirve como guía para la planificación preoperatoria y puede ser objetivada ante la evaluación dinámica con ultrasonido (Tabla 4 y Fig. 15).

Hallazgos por pruebas de imagen

La radiografía en proyección anteroposterior en carga es de utilidad para determinar el ensanchamiento del espacio articular, el alineamiento articular, la desviación angular, la presencia de cambios degenerativos articulares y la longitud del segundo MTT. En proyección lateral se puede identificar una deformidad en hiperextensión o, en estadios avanzados, una subluxación articular (Fig. 16).

El ultrasonido permite detectar cambios degenerativos de la PP, que se caracterizan por engrosamiento de la PP adyacente a su inserción distal asociado a hipoecogenicidad intrasustancia y mala definición de sus contornos. En estadios más avanzados, o tras un traumatismo agudo, puede identificarse un desgarro de la PP, que se detecta como un defecto hipo-anecogénico de espesor total adyacente a la base de la falange

Figura 13. Test de tracción del papel. Se considera positivo cuando el paciente no puede sostener con el dedo la tira de papel al tirar de ella.

Figura 14. Test de estrés vertical. El test se considera positivo cuando reproduce el dolor del paciente, y además permite graduar el desplazamiento articular.

proximal. En ocasiones puede ser difícil diferenciar entre un receso fisiológico y un desgarro, sobre todo si se asocia a cambios degenerativos (Fig. 17). En estos casos, si el defecto presenta aumento de amplitud ante maniobras dinámicas de dorsiflexión, o bien se asocia a distensión líquida de la vaina tendínea flexora, apoya más a la presencia de un desgarro que de un receso fisiológico.

Previamente, los estudios con artrografía por TC o RM se utilizaban para evaluar la indemnidad de la PP⁵ (Fig. 18). Sin embargo, en la actualidad, con la utilización de protocolos de RM dirigidos al antepié, es posible obtener suficiente información diagnóstica de la PP y de las estructuras adyacentes, con alta sensibilidad y especificidad. La precisión diagnóstica aumenta con el uso de RM de 3T, y se sabe que cuanto mayor es el grado de lesión de la PP más aumenta la correlación de los hallazgos en la RM y los hallazgos quirúrgicos⁴. Es fundamental determinar la presencia de cambios degenerativos y rotura de la PP (Fig. 19), así como la afectación del CLC, desde la presencia de signos de

Tabla 4. Sistema de etapificación clínica de inestabilidad articular metatarsofalángica de los dedos menores del pie (Coughlin, et al.⁴)

Grado	Alineamiento	Exploración física
0	No hay mal alineamiento No hay deformación	Dolor y tumefacción MTF, disminución del agarre plantar, cajón (–)
1	Leve mal alineamiento, ensanchamiento del espacio intermetatarsiano, desviación medial	Dolor y tumefacción MTF, reducción del agarre plantar, cajón leve (<50% subluxación)
2	Moderado mal alineamiento; deformidad medial, lateral, dorsomedial; hiperextensión MTF	Dolor MTF, tumefacción reducida, no hay agarre plantar, cajón moderado (>50% subluxación)
3	Severo mal alineamiento; deformación medial o dorsomedial, segundo dedo montado sobre el <i>hallux</i> ; puede haber dedo en martillo flexible	Dolor MTF y en el dedo, leve tumefacción, no hay agarre plantar (luxación MTF), dedo en martillo flexible
4	Luxación dorsomedial o dorsal; grave deformidad con luxación, dedo en martillo fijo	Dolor MTF y en el dedo, mínima tumefacción, no hay agarre plantar, luxación MTF, dedo en martillo fijo

MTF: metatarsofalángica.

Figura 15. Esquema de clasificación clínica de la inestabilidad articular metatarsofalángica menor.

elongación o sobrecarga hasta la aparición de desgarrs (Figs. 20 y 21). En la etapa final, los ligamentos colaterales y la cápsula articular pueden presentar una interrupción completa, lo que derivará en luxación dorsal de la articulación MTF y deformación del dedo.

Los distintos métodos de imagen tienen la ventaja de permitir la detección de lesiones asociadas a inestabilidad articular MTF de los dedos del pie. Dentro de estas se encuentran la fibrosis pericapsular, la entesitis en la inserción de la PP, la subluxación lateral del tendón flexor, la desviación tibial del segundo dedo con separación entre los dedos segundo y tercero, y la supinación patológica del MTT (Tabla 5).

La fibrosis pericapsular corresponde a la aparición de tejido fibrociatrical en la zona de rotura capsular adyacente a la PP, y ha sido reportada hasta en un 98% de los casos⁷. Para su adecuada identificación se debe tener clara su localización excéntrica en relación al eje del espacio intermetatarsiano (EIM), ya que sigue el plano capsular lateral a la PP, y de esta forma no confundirla con un neuroma interdigital⁵ (Fig. 22). Esta diferenciación es de gran importancia, ya que confundir una fibrosis pericapsular con

un neuroma podría animar al tratamiento con infiltración local de corticoides, lo que puede inducir atrofia de las partes blandas, y de esta forma precipitar el desgarro de la cápsula o de la PP, generando así una deformidad iatrogénica del dedo^{1,3,5}. Desde el punto de vista de la incidencia, puede ser útil tener en consideración que el desgarro de la PP afecta comúnmente a la segunda MTF (dos tercios a la segunda MTF y un tercio a la tercera o la cuarta MTF), mientras que el neuroma afecta con mayor frecuencia al tercer EIM (64-91% al tercer EIM y 18-32% al segundo EIM)⁵ (Fig. 23). Cuando se evalúa por RM, la fibrosis pericapsular se presenta como un engrosamiento de partes blandas de señal intermedia-baja tanto en T1 como en secuencias sensibles a líquido, de localización excéntrica en el EIM, que sigue el eje de la cápsula articular y la PP (disposición en J). En la evaluación con ultrasonido, el uso del plano sagital puede inducir a un error de interpretación, por lo que es preferible usar el eje corto de exploración para una mejor diferenciación de las estructuras involucradas, y de esta forma identificar la lesión como una masa hipoecogénica no compresible que sigue el plano

Figura 16. Evaluación de inestabilidad articular de dedos menores en una radiografía anteroposterior del pie con carga. Ensanchamiento del espacio articular (círculo), desviación medial o subluxación del dedo afectado (líneas rojas), separación entre los dedos segundo y tercero (líneas verdes), y condiciones asociadas: *hallux valgus* (líneas azules), segundo metatarsiano largo (línea amarilla). En la radiografía lateral del pie con carga: hiperextensión del dedo afectado (flecha).

capsular lateral. Hay que considerar que si la fibrosis es suficientemente gruesa puede llegar a obliterar por completo el EIM, y en esos casos hacerla difícil de diferenciar de un neuroma⁵.

La entesitis de la PP se refiere al desarrollo de cambios degenerativos que sufre la PP en su inserción en la falange proximal (Fig. 24). En la RM se puede manifestar como una alteración de señal intrasustancia de la PP adyacente a la inserción o edema óseo insercional. En el ultrasonido se ve como un área

Figura 17. Ultrasonido de placa plantar en el eje largo. A izquierda, placa plantar con cambios degenerativos. A la derecha, rotura de la placa plantar (entre cruces), que se asocia a entesofitos en la zona de inserción falángica, posiblemente por cambios degenerativos subyacentes.

Figura 18. Rotura de placa plantar (flecha). A la izquierda, rotura visible en el ultrasonido (imagen invertida). A la derecha, rotura demostrada en artrografía por tomografía computarizada.

Figura 19. Resonancia magnética sagital de placa plantar con patología. A la izquierda, cambios degenerativos adyacentes a la inserción falángica. A la derecha, rotura insercional de la placa plantar.

hipoecogénica intrasustancia de la PP adyacente a la zona de inserción asociada a entesofitos.

En cuanto a la subluxación lateral del tendón flexor, la desviación tibial con separación de los dedos y la supinación patológica del MTT, todos estos hallazgos son producto de la lesión progresiva de la PP y el CLC lateral adyacente. El tendón flexor pierde su posición centrada en la PP y en el espacio intercondíleo, y eventualmente puede presentar distensión líquida de su vaina por filtración de líquido articular a través de

Tabla 5. Resumen de los hallazgos de inestabilidad metatarsofalángica menor en las pruebas de imagen

Radiografía	<ul style="list-style-type: none"> – Ensanchamiento del espacio articular metatarsofalángico – Desviación medial o subluxación del dedo afectado – Separación entre los dedos segundo y tercero – Hiperextensión del dedo – Asociaciones: <ul style="list-style-type: none"> • <i>Hallux valgus</i> • Segundo metatarsiano largo (> 4,5 mm)
Ultrasonido	<ul style="list-style-type: none"> – Cambios degenerativos de la placa plantar: <ul style="list-style-type: none"> • Engrosamiento, contornos mal definidos e hipoeogenicidad intrasustancia adyacente a su inserción falángica. Pueden aparecer pequeños entesofitos en su inserción – Desgarro de la placa plantar: <ul style="list-style-type: none"> • Defecto hipo-anecogénico, generalmente adyacente a la inserción falángica • En la exploración dinámica puede aumentar su tamaño o asociarse a signos de inestabilidad articular
Resonancia magnética	<ul style="list-style-type: none"> – Cambios degenerativos de la placa plantar: <ul style="list-style-type: none"> • Alteración de señal intrasustancia y adyacente a su inserción falángica – Rotura de la placa plantar: <ul style="list-style-type: none"> • Defecto de señal líquida adyacente a su inserción falángica, habitualmente con extensión hacia lateral – Afectación del complejo ligamentario colateral: <ul style="list-style-type: none"> • Pérdida de la tensión normal de sus fibras y aumento de señal líquida intrasustancia, sugerente de elongación/sobrecarga • Defecto de señal líquida que interrumpe sus fibras, sugiere desgarro. En etapa crónica puede aparecer tejido fibrocatricial adyacente (fibrosis pericapsular)

Figura 20. Resonancia magnética en secuencia DPFS de placa plantar con combinación de hallazgos. En este caso, la placa plantar de la segunda articulación metatarsofalángica muestra hallazgos que varían dependiendo del corte sagital que se analice (a la derecha). En el corte medial (línea y flecha blancas), la placa plantar presenta morfología y señal normales. En el corte sagital central (línea y flecha amarillas), presenta cambios degenerativos insercionales. En el corte sagital lateral (línea y flecha rojas), presenta extensa rotura en su inserción, que genera un defecto en la inserción y edema de los planos grasos adyacentes. Este es un buen ejemplo de la importancia de la técnica de exploración para que cada plano de corte permita el adecuado análisis de los hallazgos.

una rotura de la PP. Ante una lesión del CLC lateral, la supinación del MTT superará los 36°, lo que constituye un gran predictor aislado de rotura de la PP¹ (Fig. 25).

Figura 21. Rotura conjunta de placa plantar y complejo ligamentario colateral. Las líneas punteadas muestran los planos de corte sagital y en el eje corto de interés. El corte sagital muestra la rotura de la placa plantar (flecha amarilla), y el corte en el eje corto muestra la asociación de la rotura de la placa plantar (flecha amarilla) con la rotura del ligamento colateral lateral adyacente (flecha naranja). Nótese el aumento en la supinación de la cabeza del segundo metatarsiano.

Diagnóstico diferencial

Las causas de metatarsalgia que afectan al EIM siempre deben tenerse en consideración al evaluar a un paciente con sospecha de insuficiencia articular metatarsofalángica. De esta forma, la bursitis intermetatarsiana y el neuroma interdigital deben buscarse de manera dirigida. Sin embargo, estos no solo constituyen diagnósticos diferenciales, sino que

Figura 22. Fibrosis pericapsular. En el ultrasonido (a la izquierda) y en la resonancia magnética (a la derecha) destaca la disposición en J de la lesión, siguiendo el plano capsular, y que adopta una posición excéntrica en relación al eje del espacio intermetatarsiano.

Figura 23. Comparación entre neuroma interdigital y una fibrosis pericapsular. Aspecto de la lesión, frecuencia según la localización y utilidad de la infiltración de corticoide de depósito.

también pueden aparecer como patología concomitante, y de ahí la importancia de su adecuada evaluación.

La bursitis intermetatarsiana se identifica como una colección líquida centrada en el EIM, sobre el nivel del ligamento transvers profundo.

El neuroma interdigital o de Morton se presenta como un nódulo de partes blandas, hipocogénico o isoecogénico en el ultrasonido y de señal intermedia-baja en la RM en secuencias T1 y sensibles a líquido, centrado en el EIM, pero a diferencia de la bursitis intermetatarsiana, en una localización plantar respecto al ligamento transvers profundo.

Problemas diagnósticos

En ocasiones, la diferenciación entre rotura de la PP y neuroma interdigital puede ser difícil, tanto clínicamente como por los métodos de imagen. Si bien la lesión de la PP en general no produce dolor neurítico

Figura 24. Entesitis de la placa plantar en el eje largo en imágenes de resonancia magnética (izquierda) y ultrasonido (derecha).

ni adormecimiento del dedo, estos pueden aparecer en casos de neuroma interdigital asociado o de fibrosis pericapsular que comprima el nervio interóseo adyacente³. Por tanto, en ocasiones puede ser de utilidad realizar una prueba diagnóstica con lidocaína o xilocaína en el EIM, lo cual puede ayudar a determinar la localización exacta del dolor⁴.

Tratamiento

En los últimos años se ha producido un avance significativo en la capacidad diagnóstica de la lesión de la PP, lo que ha ido aparejado con un avance en las opciones terapéuticas para esta patología. Como una forma de optimizar las herramientas terapéuticas disponibles se han planteado sistemas de clasificación quirúrgica mediante evaluación artroscópica, que permiten cuantificar la magnitud de la deformación y sirven como guía para la planificación preoperatoria (Fig. 26).

El sistema de graduación anatómica de desgarros de la PP utilizado actualmente es fruto de estudios en especímenes cadavéricos y series de casos. Se basa en una descripción de la alteración de la estructura misma de la PP, y de la localización y la disposición de los desgarros^{3,7}.

Tratamiento conservador

En las etapas iniciales se prefiere el uso de medidas no invasivas para estabilizar y descargar la articulación⁴:

- Modificación del calzado: uso de calzado de horma ancha para los dedos, reducción de la altura del taco y uso de suela rígida.
- Antiinflamatorios orales: habitualmente se utilizan al inicio del tratamiento para disminuir la sintomatología y facilitar el inicio del uso de medidas ortopédicas.

Figura 25. Resonancia magnética de antepié en el eje corto. A la izquierda se observan una subluxación lateral del tendón flexor y un aumento de la supinación de la cabeza metatarsiana. A la derecha, con la medición de un ángulo de supinación metatarsiano $> 36^\circ$, se confirma una supinación patológica.

Figura 26. Sistema de graduación quirúrgica de los desgarros de la placa plantar (adaptado de Nery, et al.³). G0: atenuación o decoloración de la placa plantar. G1: desgarro distal transversal (adyacente a la inserción en la falange proximal), medial o lateral. G2: desgarro distal transversal completo o casi completo (adyacente a la inserción de la FP). G3: combinación de desgarro transversal y longitudinal (disposición en 7, 7 invertido o T). G4: extenso desgarro en ojal, producto de la combinación de desgarro transversal y longitudinal, que determina un defecto por el cual protruye la cabeza metatarsiana).

- *Taping* MTF: consiste en la fijación en flexión plantar de la articulación MTF para lograr una estabilización sagital de la articulación MTF.
- Elementos de soporte plantar: almohadillas metatarsianas y plantillas para dedos.

En caso de rotura completa de la PP o subluxación moderada a grave de la articulación MTF, estas medidas ya no son útiles, debido a que la composición de la PP le otorga poco potencial de curación, por lo que la mayoría de los desgarros tenderán a progresar en

el tiempo, empeorando la inestabilidad y la deformidad del dedo. En esta fase es fundamental evitar el uso de infiltración local de corticoides de depósito, ya que pueden acelerar la progresión de la inestabilidad.

Tratamiento quirúrgico

El enfoque de la reparación quirúrgica de la PP ha sufrido una considerable renovación en los últimos

Figura 27. Opciones terapéuticas para la rotura de placa plantar. El vendaje es una de las opciones iniciales y resulta útil para evitar una mayor rotura de la placa plantar, pero no así el dolor del paciente. El eje actual de la terapia es la reparación directa de la placa plantar. Las técnicas quirúrgicas más agresivas se reservan para casos más graves de inestabilidad articular. MTF: metatarsofalángico; PP: placa plantar.

años. Tradicionalmente, el abordaje quirúrgico utilizaba una variedad de procedimientos que incluían sinovectomía, fijación firme de la PP a la falange proximal, descompresión ósea para solucionar el mal alineamiento articular mediante osteotomías de falanges y MTT, procedimientos de reequilibrio de los tejidos blandos, transferencias tendíneas e incluso amputación de dedos.

Sin embargo, debido al progreso de la cirugía endoscópica del pie, en especial gracias al desarrollo de técnicas y de instrumental para el abordaje de la primera articulación MTF, es posible enfrentar la patología de los dedos menores del pie mediante artroscopia^{7,8}. Este procedimiento tiene la ventaja de presentar menos tasas de hemorragia, infección y cicatrices que la cirugía convencional, sin el riesgo indeseable de dejar una cicatriz plantar que pueda originar dolor posquirúrgico crónico. Además, facilita un menor tiempo de rehabilitación y un retorno más rápido a las actividades cotidianas. De esta forma, las técnicas artroscópicas de reparación utilizadas en la actualidad consideran la radiofrecuencia, la osteotomía de Weil, la reparación de la PP por sutura y/o anclaje, y la transferencia tendínea^{3,5} (Fig. 27). Los estudios de seguimiento de estas técnicas sugieren mejores resultados cuando se

Tabla 6. Protocolo de manejo quirúrgico

Grado	Técnica
G1	– Radiofrecuencia+osteotomía de Weil (restitución de la parábola metatarsiana)
G2-G3	– Reparación de la placa plantar con sutura reabsorbible – Reinserción con ancla a la base de la falange proximal. Si existe compromiso de las partes blandas, se realizan reparación y reforzamiento para mejorar el alineamiento y la estabilidad
G4	– Osteotomía de Weil+transferencia tendínea de flexor a extensor

realiza la reparación del desgarro de la PP en etapas iniciales, ya que permiten la restauración de la función y el alineamiento anatómico. Por ello, los diagnósticos precisos y precoces adquieren cada vez mayor importancia clínica. También existe bastante consenso en que la estadificación final se debe realizar artroscópicamente, ya que en esas condiciones se puede definir la técnica de reparación más adecuada en cada caso y obtener un mejor resultado.

Independiente de la técnica quirúrgica que se decida utilizar (Tabla 6), existen algunos principios que deberían regir el tratamiento quirúrgico actual y que se basan en cuatro aspectos⁷:

- Reparación de la PP con sutura del desgarro.
- Reinserción de la PP a la base de la falange proximal.
- Reparación del CLC, la cápsula articular y la expansión extensora.
- Crear una parábola metatarsiana armónica, para lograr un balance anatómico y funcional del antepié.

Conclusiones

La patología del antepié, en especial la que afecta las articulaciones MTF menores, ha adquirido reciente interés gracias al desarrollo de las técnicas de diagnóstico y tratamiento. Si bien el cuadro clínico puede resultar inespecífico en el espectro de las metatarsalgias, el conocimiento de la patología específica derivada de la PP permite un adecuado enfrentamiento del problema. El adecuado conocimiento de la anatomía y de las técnicas de imagen disponibles para su estudio permite actualmente una adecuada confirmación diagnóstica y un correcto diagnóstico diferencial. Las nuevas técnicas de reparación quirúrgica auguran un mejor pronóstico de estos pacientes, y es importante tener noción de sus características para un adecuado seguimiento posquirúrgico.

Financiamiento

No hubo ningún tipo de financiamiento.

Conflicto de intereses

No existe ningún tipo de conflicto de intereses por parte de los autores.

Responsabilidades éticas

Protección de personas y animales. Los autores declaran que para esta investigación no se han realizado experimentos en seres humanos ni en animales.

Confidencialidad de los datos. Los autores declaran que han seguido los protocolos de su centro de trabajo sobre la publicación de datos de pacientes.

Derecho a la privacidad y consentimiento informado. Los autores han obtenido el consentimiento informado de los pacientes y/o sujetos referidos en el artículo. Este documento obra en poder del autor de correspondencia.

Bibliografía

1. Uri F, Umans H. Imaging of the forefoot. En: Pope T, Bloem H, Beltran J, Morrison W, Wilson D, editores. Musculoskeletal imaging. 2nd ed. Philadelphia: Elsevier; 2015. p. 522-33.
2. MRI Web Clinic. Tsao L. Lesser metatarsophalangeal joint instability. (Consultado 10 octubre 2016.) Disponible en: <https://radsourc.us/lesser-metatarsophalangeal-joint-instability/>.
3. Nery C, Umans H, Baumfeld D. Etiology, clinical assessment, and surgical repair of plantar plate tears. Semin Musculoskelet Radiol. 2016;20:205-13.
4. Doty J, Coughlin M. Etiology and management of lesser toe metatarsophalangeal joint instability. Foot Ankle Clin N Am. 2014;19:385-405.
5. Umans H, Srinivasan R, Elsinger E, Wilde G. MRI of lesser metatarsophalangeal joint plantar plate tears and associated adjacent interspace lesions. Skeletal Radiol. 2014;43:1361-8.
6. Siddle H, Hodgson R, Redmond A, Grainger A, Wakefield R, Pickles D, et al. MRI identifies plantar plate pathology in the forefoot of patients with rheumatoid arthritis. Clin Rheumatol. 2012;31:621-9.
7. Nery C, Baumfeld D, Umans H, Yamada A. MR imaging of the plantar plate normal anatomy, turf toe, and other injuries. Magn Reson Imaging Clin N Am. 2017;25:127-44.
8. Nery C, Coughlin M, Baumfeld D, Raduan F, Catena F, Dutra B, et al. Lesser metatarsal phalangeal joint arthroscopy: anatomic description and comparative dissection. Arthroscopy. 2014;30:971-9.