

Universidad CEU – San Pablo
CEINDO – CEU Escuela Internacional de
Doctorado

Programa en ciencia y tecnología de la salud



CEU

*Escuela Internacional
de Doctorado*

**Resultado clínico y radiográfico
de la cirugía percutánea de la
fascitis plantar.
Efecto sobre el arco
longitudinal interno del pie**

TESIS DOCTORAL

Presentada por:

Virginia de Prado

Ripoll

Dirigida por:

Francisco Forriol

Campos

Madrid 2022



Señor director del Departamento de Ciencias Médicas Básicas

Por la presente te comunico que, como director de la Tesis Doctoral de D^ª. Virginia de Prado Ripoll, titulada “Resultado clínico y radiográfico de la cirugía percutánea de la fascitis plantar”, considero que el trabajo realizado ha sido satisfactorio y solicito que se proceda a tramitar su presentación, lectura y defensa dentro del Departamento de Ciencias Médicas Básicas, siguiendo las normas establecidas para el caso.

En Madrid, a 15 de febrero de 2022

Fdo.: Francisco Forriol Campos

A mi familia

Agradecimientos

Han pasado algunos años desde que decidí empezar con mi proyecto de tesis doctoral, al principio ante las posibilidades planteadas me encontré con personas a las que les debo todo para que este proyecto haya salido adelante y transcurrido sin incidencias, salvando los inconvenientes que ha planteado una pandemia. Así quiero agradecer, en primer lugar, a mi director de tesis, el Dr. Francisco Forriol, y a la facultad de medicina de la universidad CEU-San Pablo en Madrid. También, porque este trabajo surgió de un proyecto donde colaboraron los doctores Manuel Cuervas, Mariano de Prado y Javier Vaquero. Con sus comentarios, ideas y apoyo se pudo realizar este trabajo.

Agradecer las facilidades de la Cátedra de Anatomía de la Universidad de Barcelona por la disponibilidad y facilidades ofrecidas. Empezó hace muchos años con el doctor Pau Golanó, desgraciadamente ya no está con nosotros, pero le seguimos recordando con todo el cariño.

En el hospital San Carlos de Murcia hemos contado con el apoyo de todo el personal, a cualquier hora y en cualquier momento, gracias a ellos he podido disponer de las historias clínicas, organizar las revisiones, recibir las radiografías. Gracias a ellos, no voy a citarlos, porque no quiero olvidarme de nadie, esto ha sido mucho más fácil.

Por último, los que siempre han estado a mi lado, **mi familia**.

Índice	11
Resumen	15
Abstract	21
Introducción	27
Definición y terminología	29
Epidemiología	32
Anatomía de la aponeurosis plantar	34
Arquitectura de la bóveda plantar	35
Musculatura de la planta del pie	38
La aponeurosis de la región plantar	38
La aponeurosis plantar media	41
La aponeurosis plantar interna	41
La aponeurosis plantar externa	41
Músculos de la región plantar con inserción en cara inferior del calcáneo	42
Músculos que se insertan en cara plantar de la tuberosidad del calcáneo	43
Inervación de la planta del pie	45
Vascularización	50
Anatomía del espolón calcáneo	50
Etiología de la fascitis plantar	53
Diagnóstico de la fascitis plantar	57
Historia clínica	57
Exploración física	58
Diagnóstico por la imagen	59
Diagnóstico diferencial	61

Tratamiento conservador	62
Tratamiento quirúrgico	75
Hipótesis y objetivos	79
Material y metodología	83
Población y metodología	85
Estudio en pies de cadáver	92
Resultados	95
Discusión	107
Conclusiones	121
Bibliografía	125

Resumen

Introducción

La fascitis plantar, la fasciopatía plantar o el talón del corredor, es un trastorno doloroso común que afecta la parte posterior del pie. La fascia plantar es una aponeurosis fibrosa engrosada que proporciona soporte estático al arco longitudinal y absorción dinámica en los impactos. El hallazgo radiográfico casual conocido como "espolón calcáneo" se asoció con la talalgia. Son los microtraumatismos repetitivos producidos durante la marcha y la carga del peso corporal los que pueden causar una degeneración del colágeno que supera la capacidad del organismo para repararse, creando la fascitis plantar en la inserción al calcáneo, dando lugar a un dolor de inicio insidioso, principalmente después de un tiempo de reposo al comenzar a cargar el peso o a caminar. La presentación clínica incluye dolor en el talón después de un período de reposo, inicialmente intenso, disminuyendo después de iniciar a andar y regresando después de un período de carga o deambulación. Aunque el diagnóstico clínico se apoya en el dolor que se puede reproducir al palpar en el tubérculo medial. La ecografía o la resonancia magnética pueden confirmar el diagnóstico de la fascitis plantar. En todos los casos se debe emprender un tratamiento conservador que suele tener una respuesta positiva en un 95% de los casos a los 6 meses. La cirugía solo debe elegirse cuando falla el tratamiento conservador después de seis meses. La intervención quirúrgica se considera el último recurso en el tratamiento de la fascitis plantar. La fasciotomía plantar percutánea ha demostrado ser una técnica válida, aunque para algunos autores, una fasciotomía completa puede llevar a una desestabilización del arco plantar, produciendo un pie plano sintomático residual, al disminuir la rigidez del pie y crear un arco deformable.

Metodología

Realizamos un estudio de serie de casos prospectivo con pacientes operados con fasciotomía percutánea completa. Los pacientes fueron reclutados consecutivamente; los criterios de inclusión fueron todos los pacientes con fascitis plantar que no mostraron respuesta positiva al tratamiento conservador después de seis meses, con un engrosamiento de 6 mm en la ecografía. Los criterios de exclusión fueron infección activa, enfermedad sistémica que explica los síntomas, lesión intrínseca del calcáneo, síndrome de compresión nerviosa, contractura en equino, incapacidad para completar el manejo postoperatorio y cirugías previas de retropié. En el estudio seguimos con las normas éticas del comité de investigación institucional y con la Declaración de Helsinki. Se obtuvo el consentimiento informado de todos los participantes individuales incluidos en el estudio.

Se realizó un estudio radiográfico completo que incluyó proyecciones estándar dorso-plantar, lateral y oblicua de ambos pies en carga, así como una vista axial del calcáneo. Se recopilaron datos demográficos (edad, sexo, altura, peso y costado) y la puntuación preoperatoria de la American Orthopaedic Foot and Ankle Society (AOFAS), Maryland Foot Score (MFS), Escala Visual Analógica (EVA) para el dolor y el ángulo de inclinación del calcáneo radiográfico en la radiografía lateral en carga.

La cirugía se realizó utilizando herramientas específicas para procedimientos mínimamente invasivos del pie y un fluoroscopio. Se lavó y desinfectó el pie del paciente y se realizó anestesia de bloqueo. El paciente se colocó en decúbito supino con el pie libre sobre el extremo de la mesa. Nunca se usó isquemia. El pie del paciente se colocó en posición lateral y la fascia plantar se tensó empujando las cabezas de los metatarsianos. Bajo visión fluoroscópica se localizó la cara plantar

del calcáneo siguiendo la cara plantar del calcáneo en la cara medial del talón hasta el borde plantar. Se realizó una incisión longitudinal de 2 mm con bisturí MIS, paralela a la cara plantar del calcáneo, verificando la posición y modificando, si fuera necesario, bajo visualización fluoroscópica. Luego se realizó una fasciotomía completa; si se asoció un espolón, se realizó una extracción sistemática del espolón. Una vez que se realiza la fasciotomía, a menudo se observa una disminución de la tensión de la fascia plantar. La incisión se cerró con una sutura de monofilamento 4/0.

A los tres meses de seguimiento se registraron la MFS, la puntuación AOFAS y la EVA. También se realizó una encuesta telefónica. La encuesta incorporó el EVA real y los resultados clínicos evaluados subjetivamente con tres preguntas: (1) ¿Cumple la cirugía con sus expectativas? (2) ¿Recomendaría el procedimiento a un amigo en condiciones similares? y (3) ¿Se habría sometido al procedimiento sabiendo ahora su resultado?

Análisis estadístico: las diferencias entre variables se analizaron mediante la prueba de la t de Student para datos apareados y la prueba de los rangos con signo de Wilcoxon. Un valor de $p < 0,05$ se consideró estadísticamente significativo.

También se realizó un estudio analítico transversal unicéntrico para verificar la precisión y seguridad del trayecto y punto de entrada de la fasciotomía plantar percutánea en 12 pies de cadáver frescos congelados (ocho derechos y cuatro izquierdos) con una edad media de 67 años (rango 62-89).

Se realizó una radiografía lateral preoperatoria en todos los pies, para evaluar la presencia o ausencia de espolón calcáneo. En todos los especímenes se realizó una fasciotomía plantar completa percutánea a través de un abordaje plantar.

Resultados

Se incluyeron un total de 62 pies de 60 pacientes. La duración media del seguimiento fue de 57 (rango 13-107) meses y no se perdió ningún paciente en el seguimiento. En el MFS preoperatoriamente ningún pie (0%) se clasificó como excelente (>90 puntos), 50 pies (80,7%) se clasificaron como buenos (75-89 puntos), 10 (16,1%) como regulares (50-74 puntos) y 2 pies (3,2%) como malo (<49 puntos). A los tres meses del postoperatorio, los 62 pies (100%) tenían una MFS excelente (>90 puntos). Tres meses después de la cirugía, el MFS medio aumentó 21 puntos ($p = 0,001$) y la puntuación AOFAS aumentó 25 puntos ($p = 0,001$). La EVA media de dolor disminuyó de 8,9 puntos a 0,2 puntos ($p = 0,001$) al final del seguimiento. Un total de 57 pies (91,9%) estaban libres de dolor al final del seguimiento, y el nivel de dolor bajó 8 puntos en 43 pies (69,4%), entre 5 y 7 puntos en 16 pies (25,8%), y solo 3 pies (4,8%) descendieron 3 puntos. El ángulo de inclinación del calcáneo preoperatorio medio fue de $20,2^\circ$ (4,37°; rango 11° - 34°), y el ángulo de inclinación del calcáneo al final del seguimiento fue de $19,3^\circ$ (4,14°; rango 11° - 34°), con diferencias estadísticas significativas ($p = 0,05$).

En 25 pies (40,3%) no hubo cambios en el ángulo de inclinación del calcáneo, en 21 pies descendieron 1° (33,9%), en 11 descendieron 2° (17,74%), en 3 pies descendieron 3° (4,8%), y un total de 2 pies caídos 4° (3,22%). Un total de 6 de los 7 pies (85,7%) donde el ángulo bajó 3° o 4° estaban libres de dolor a los tres meses y al final del seguimiento, y todos tenían entre 18° y 20° (rango normal) al final de seguimiento.

No se registraron casos de edema persistente, dehiscencia u otros problemas de cicatrización, infección, neuroapraxia, entumecimiento o inestabilidad del arco.

A la semana de seguimiento, 18 pies (29%) tenían dolor de columna lateral, desapareciendo los síntomas antes de los tres meses en 14 de los 18 pies (77,8%). Se observaron complicaciones postoperatorias en 4 pies (6,4%) con dolor persistente en la columna lateral después de tres meses. En 3 pies (4,8%) se registraron calcificaciones radiográficas tras reseca el espolón, todas ellas sin manifestación clínica. En el cuestionario, la cirugía cumple con las expectativas de los 60 pacientes, todos recomendarían el procedimiento a un amigo, y todos los pacientes se habrían realizado el procedimiento sabiendo ahora su resultado.

De los 12 ejemplares cadavéricos un total de cuatro pies (33,3%) presentaban espolón calcáneo. No hubo casos de lesión cortical plantar de calcáneo tras la resección del espolón. Durante la evaluación directa se realizó la fasciotomía en todos los casos: en un pie (8,33%) fue considerada completa, en diez pies (83,4%) como satisfactoria, un pie (8,33%) como parcial y ningún pie fue incompleta. En todos los casos se observó un punto de entrada adecuado, con una distancia media de la punta al maléolo tibial de 22,5 (6,9; 35,1-12,1) mm, y una distancia a la línea media de 7,8 (1,7; 11,8-5,1) mm.

El haz neurovascular medial y las tres ramas del nervio tibial (nervio plantar medial, nervio plantar lateral y nervio calcáneo inferior o nervio de Baxter) fueron identificados en todos los especímenes estudiados. No se encontraron lesiones de nervios o vasos. En todos los pies se observó laceración del *m. flexor digitorum brevis*

Discusión

Las complicaciones comunes que pueden ocurrir con la fasciotomía plantar, como infección, neuropraxia, atrapamiento de nervios o formación de fibromas, apenas se ven con el abordaje percutáneo. Esta técnica ha demostrado ser rápida y sencilla, permitiendo a los pacientes un rápido retorno a sus actividades normales. El abordaje percutáneo es un procedimiento menos invasivo, aconsejable tanto para el médico como para el paciente, logrando una recuperación más rápida.

Después de la fasciotomía percutánea encontramos una mejoría significativa de las escalas funcionales a los tres meses de seguimiento, el MFS aumentó casi 21 puntos (de 78,4 a 99,2) y la puntuación AOFAS una media de 25 puntos (de 72,4 a 99,2). 99,4). A pesar de los buenos resultados obtenidos, creemos que estas escalas no son útiles para la evaluación de la fascitis plantar. Preferimos evaluar nuestros resultados en términos de "dolor y satisfacción", como la escala VAS, que disminuyó una media de 8 puntos a los tres meses de seguimiento. En todos nuestros pacientes la cirugía cumplió con sus expectativas, recomendarían el procedimiento a un amigo, y se habrían sometido al procedimiento sabiendo ahora su resultado. Los buenos resultados obtenidos no significan que todas las intervenciones del pie deban ser realizadas por MIS.

Desgraciadamente, en la literatura podemos encontrar series donde aún existen pequeñas cohortes que no cumplen con sus expectativas.

El grosor de la fascia plantar es un factor determinante y una fascitis plantar con un engrosamiento ecográfico mayor de 6 mm no mejorará con la cirugía y nos obligará a seguir buscando la verdadera causa del dolor.

Está ampliamente aceptado que una fasciotomía plantar aislada ofrece resultados comparables a las técnicas que resecan el espolón calcáneo. Hay estudios limitados con hallazgos contradictorios con respecto a la fascitis plantar y su relación con los espolones calcáneos plantares. Sin embargo, preferimos realizar una extracción sistemática del espolón, ya que, en

nuestra opinión, produce un beneficio psicológico en el paciente, que suele asociar el dolor de talón al espolón. Después de todo, podemos considerar que la cirugía fue un éxito si el paciente sintió que el procedimiento cumplió con sus expectativas. Sin embargo, hay que tener cuidado pues la extirpación del espolón se puede asociar a complicaciones raras, como una fractura de calcáneo.

La incisión debe realizarse en la cara plantar del talón, 10 mm medial a la línea media del pie. Se debe utilizar como guía la cara plantar del calcáneo, en lugar de realizar la entrada quirúrgica directamente inferior a la punta del espolón como sugieren otros autores, para mantener la integridad de la cortical plantar del calcáneo y evitar una fractura.

El dolor de columna lateral parece ser más consistente con liberaciones completas de la fascia, y en la bibliografía se ha recomendado la liberación parcial de 33 a 66%. No obstante, en nuestro estudio, con una liberación total de la fascia, el 93,5% de nuestros pies no tenían dolor de columna lateral a los tres meses de seguimiento. Cuantificamos el posible colapso del arco con el ángulo de inclinación del calcáneo. El ángulo de inclinación medio fue de 20,5°, pero ha habido opiniones divergentes entre los autores sobre el rango de normalidad, generalmente considerado normal entre 18° y 20°. Un ángulo de inclinación disminuido es consistente con un pie plano, un ángulo de 10° es indicativo de pie plano. En nuestro estudio, el valor medio fue de 20,2° preoperatoriamente y descendió a 19,3° al final del seguimiento. Esta diferencia puede explicarse por la variabilidad intraobservador de la medida.

Conclusión

La liberación percutánea de la fascia total es segura y no produce inestabilidad del arco según los hallazgos radiográficos en los pacientes. La falta de éxito después de la cirugía puede explicarse por otras patologías que simulan la fascitis plantar.

Abstract

Introduction

Plantar fasciitis, plantar fasciopathy or jogger's heel, is a common painful disorder affecting the hindfoot. The plantar fascia is a thickened fibrous aponeurosis, which provides static support of the longitudinal arch and dynamic shock absorption. Incidental radiographic finding called 'the heel spur' was associated with calcaneal pain. The repetitive microtears produced during walking and weight-bearing can cause a collagen degeneration that overcomes the body capacity to repair itself, creating the plantar fasciitis, leading to an insidious onset pain, mainly after long periods of weight-bearing or walking. The clinical presentation includes pain over the heel following a period of rest, initially intense, decreasing after initiating the walk, and returning after a period of weight-bearing or walking. Clinical diagnosis can be made with pain often palpated at the medial tubercle. Sonography or Magnetic Resonance Imaging can further confirm diagnostic for plantar fasciitis. Non-operative treatment should be undertaken in all cases, a positive response of plantar fasciitis to conservative care up to 95% in 6 months. However, surgery should only be chosen when all available conservatives measures fail, usually after six months of non-operative treatment. Operative intervention is considered the last resort in the treatment of plantar fasciitis. Plantar fasciotomy has been widely reported as an acceptable technique for these patients. The percutaneous plantar fasciotomy procedure has proven to be a valid technique that yields result like open surgery. For some authors, a complete fasciotomy may lead to a destabilisation of the plantar arch, producing a residual symptomatic flat foot, because the plantar fascia release decreases the stiffness of the foot and creates a deformable foot arch.

Methodology

A prospective case series study was performed with complete percutaneous fasciotomy. The patients were enrolled consecutively; the inclusion criteria were all patients with plantar fasciitis who showed no positive response to non-operative treatment after six months, with a thickening 6 mm in sonography. The exclusion criteria were active infection, systematic disease explaining symptoms, intrinsic calcaneal lesion, nerve compression syndrome, equinus contracture, inability to complete postoperative management and previous hindfoot surgeries. All procedures performed in the study were in accordance with the ethical standards of the institutional research committee and with the Declaration of Helsinki. Informed consent was obtained from all individual participants included in the study.

A complete radiography study was performed in all patients, including standard weight-bearing dorsoplantar, lateral and oblique views of both feet, as well as an axial view of the calcaneus. Demographic data were collected (age, sex, height, weight, and side) and preoperative American Orthopaedic Foot and Ankle Society score (AOFAS), Maryland Foot Score (MFS), Visual Analog Score (VAS) for pain and radiological calcaneal pitch angle on weight-bearing lateral views radiographs.

The surgery was performed using specific tools for minimally invasive foot procedures and a fluoroscope. The patient's foot was scrubbed and disinfected, and block anaesthesia was performed. The patient was placed in the supine position with the foot free over the end of the table. Ischemia was never used. The patient's foot was placed in a lateral position, and the plantar fascia was tensed by pushing the metatarsal heads. Under fluoroscopic vision, the plantar aspect of the calcaneus was localized following the plantar aspect of the calcaneus in the medial side of the heel up to the plantar border. A 2 mm longitudinal incision was made with a MIS blade, parallel to the plantar aspect of the calcaneus, verifying the position, and modifying, if necessary,

under fluoroscopic visualisation. A complete fasciotomy was then performed; if a spur was associated, a systematic spur removal was performed. Once fasciotomy is performed, a decreased tension of the plantar fascia is often observed. The incision was closed with a 4/0 monofilament suture.

At three months follow-up MFS, AOFAS score and VAS were recorded. A telephone survey was performed as well. The poll incorporated actual VAS and clinical results subjectively evaluated with three questions: (1) Does the surgery meet your expectations? (2) Would you recommend the procedure to a friend in similar conditions? and (3) Would you have undergone the procedure, knowing now your outcome?

Statistical analysis: the differences between variables were analysed using the paired Student's t-test and the Wilcoxon signed-rank test. A p-value 0.05 was considered statistically significant.

A unicentric cross-sectional analytical study was performed to verify the accuracy and safety of the percutaneous plantar fasciotomy path and entry point in 12 fresh-frozen cadaveric feet (eight right and four left) with a mean age of 67 years (range 62–89).

A preoperative lateral foot radiograph was performed in all feet, to evaluate the presence or absence of heel spur. In all the specimens, a percutaneous complete plantar fasciotomy through a plantar approach was performed.

Results

A total of 62 feet in 60 patients were included. The mean duration of follow-up was 57 (range 13–107) months, and no patient was lost in the follow-up. In the MFS preoperatively no feet (0%) were classified as excellent (>90 points), 50 feet (80.7%) were classified as good (75–89 points), 10 (16.1%) as regular (50–74 points) and 2 feet (3.2%) as bad (<49 points). At three months postoperative time, the 62 feet (100%) had an excellent MFS (>90 points). Three months after surgery the mean MFS increased 21 points ($p = 0.001$), and the AOFAS score increased by 25 points ($p = 0.001$). The mean VAS for pain decreased from 8.9 points down to 0.2 points ($p = 0.001$) at the end of follow-up. A total of 57 feet (91.9%) were pain-free at the end of follow-up, and the pain level dropped 8 points in 43 feet (69.4%), between 5 and 7 points in 16 feet (25.8%), and only 3 feet (4.8%) dropped 3 points. The mean preoperative calcaneal pitch angle was 20.2 (4.37; range 11–34), and the calcaneal pitch angle at the end of follow-up was 19.3 (4.14; range 11–34), with significant statistical differences ($p = 0.05$).

In 25 feet (40.3%) there were no changes in the calcaneus pitch angle, in 21 feet dropped 1° (33.9%), in 11 dropped 2° (17.74%), 3 feet dropped 3° (4.8%), and a total of 2 feet dropped 4° (3.22%). A total of 6 of the 7 feet (85.7%) where the angle dropped 3° or 4° where pain-free at three months and the end of follow-up, and all of them had between 18 and 20 (normal range) at the end of follow-up.

No cases of persistent oedema, dehiscence or other scar problems, infection, neurapraxia, numbness, or arch instability were recorded.

At one week follow-up, 18 feet (29%) had lateral column pain, disappearing the symptoms before three months in 14 of the 18 feet (77.8%). Postoperative complications were noted in 4 feet (6.4%) with persistent lateral column pain after three months. In 3 feet (4.8%) radiological calcifications after spur removal were recorded, all of them without any clinical manifestation. In the questionnaire, the surgery meets the expectations of the 60 patients, all of them would

recommend the procedure to a friend, and 100% of the patients would have undergone the procedure knowing now his or her outcome.

From the 12 cadaveric specimens a total of four feet (33.3%) presented a heel spur. There were no cases of calcaneal plantar cortical lesion after the spur removal. During the direct evaluation, the fasciotomy was performed in all cases: one foot (8.33%) was classified as complete, ten feet (83.4%) as satisfactory, one foot (8.33%) as partial and no feet (0%) as incomplete. An optimal entry point was noticed in all cases, with a mean distance to the tip to the tibial malleolus of 22.5 (6.9; 35.1-12.1) mm, and a mean distance to the midline of 7.8 (1.7; 11.8-5.1) mm.

The medial neurovascular bundle and the three tibial nerve branches (medial plantar nerve, lateral plantar nerve and inferior calcaneal nerve or Baxter's nerve) were identified in all the studied specimens. No nerves or vessels lacerations were found. In all the feet a m. flexor digitorum brevis laceration was noted.

Discussion

The common complications that may occur with plantar fasciotomy, such as infection, neuropraxia, nerve entrapment, or fibroma formation, are barely seen with the percutaneous approach. This technique has proven to be quick and straightforward, allowing patients a fast return to their normal activities. The percutaneous approach is a lesser invasive procedure, and the least traumatic approach is desirable to both physician and the patient, gaining a faster recovery for our patients with minimally invasive procedures

After a percutaneous fasciotomy, there was a significant improvement of the functional scales at three months follow-up in our patients, the MFS increased almost 21 points (from 78.4 to 99.2), and the AOFAS score a mean of 25 points (from 72.4 to 99.4). Despite the good results obtained, we believe that these scales are not useful for plantar fasciitis evaluation. We prefer to evaluate our results in 'pain and satisfaction' terms, such the VAS scale, which decreased a mean of 8 points at three months follow-up. In all of our patients the surgery meets their expectations, they would recommend the procedure to a friend, and they would have undergone the procedure knowing now his or her outcome. The good results achieved do not mean all foot interventions should be performed by MIS. Unfortunately, in the literature, we can find series where there are still small cohorts where they do not meet their expectations.

The plantar fascial thickness is more reliable finding in plantar fasciitis and a plantar fasciitis with a thickening greater than 6 mm in sonography would not improve with surgery, and we must continue searching for the real cause of pain.

It is widely accepted that an isolated plantar fasciotomy offers comparable results to those techniques involving heel spur resection. There are limited studies with conflicting findings regarding plantar fasciitis and its relationship to plantar calcaneal spurs. However, we prefer to perform a systematic spur removal, because, in our opinion, it yields a psychological benefit in the patient, who usually associates heel pain to the spur. After all, we can consider the surgery a success if the patient felt the procedure meet his or her expectations. In any case, the spur removal can be associated with rare but significant complications, such a calcaneus fracture.

The incision should be performed in the plantar aspect of the heel, 10 mm medial to the foot midline. The plantar aspect of the calcaneus should be used as a guide, instead of performing the surgical entry point directly inferior to the tip of the spur as other authors suggest, for maintaining the integrity of the calcaneus plantar cortex and avoid a calcaneus fracture.

The lateral column pain appears to be more consistent with complete fascia releases, and in the literature, partial release of 33–66% has been recommended. Nonetheless, in our study, with a total fascia release, the 93.5% of our feet did not have lateral column pain at three months follow-up.

We quantify the possible arch collapse with the calcaneus pitch angle (CP). The average CP is 20.5°, but there have been differing opinions between authors concerning the normal range, generally considered normal between 18° to 20°. A decreased CP is consistent with a flat foot, an angle 10° is indicative of pes planus. In our study, the mean CP was 20.2° preoperatively and dropped to 19.3° at the end of follow-up. This difference may be explained by the intraobserver variability of the radiographical measurement.

Conclusion

Percutaneous total fascia release is safe and does not produce an arch instability based on radiological findings in patients. Lack of success after surgery may be explained by other pathologies simulating plantar fasciitis.

Introducción

Definición y terminología

La fascitis plantar, fasciopatía plantar o talalgia es una alteración dolorosa y frecuente que afecta al talón. El término fascitis plantar no es un término clarificador pues la fascia de la planta del pie es una aponeurosis [75] y al ser un proceso degenerativo más que inflamatorio [204] sería, como señalan Schwartz y Su [327], más correcto hablar de ‘fasciosis’ por la cronicidad del proceso y por la evidente degeneración de la aponeurosis, más que un proceso inflamatorio. La fascitis plantar ha recibido diferentes nombres, como ‘periostitis calcánea’ [48][56], talón del corredor (*jogger’s heel*), talón de tenista o talón de policía. Esta patología se ha querido comparar con otras patologías de inserción tendinosa, como el codo de tenista, ya que podría estar causado por un microtrauma repetido en el punto de inserción.

El síndrome fue descrito por Wood, en 1812, y en 1900, [83] un hallazgo casual radiográfico identificó el llamado espolón del calcáneo, ‘*the heel spur*’, en inglés, asociado con dolor de talón, pero no fue hasta 1940 cuando se asociaron la talalgia con el espolón [336]. Riel et al., [298] propusieron el término dolor plantar del talón, o talalgia, más correcto que el de fascitis plantar que resulta un término difuso y general. Por su parte, McMillan et al., [233][234] consideran que el término “dolor crónico plantar del talón” es un concepto general que incluye un numeroso grupo de síntomas que afectan a la porción proximal del pie. Dentro de estos cuadros la fascitis plantar es la patología más frecuente, pero no la única, siendo un cajón de sastre que incluye todo dolor plantar en el talón y en el arco proximal del pie y del talón.

La fascia plantar es un engrosamiento aponeurótico fibroso que ayuda al apoyo estático del arco longitudinal del pie y absorbe las cargas de apoyo [260]. De hecho, la nomenclatura anatómica solo incluye el término de aponeurosis plantar, aunque dentro del capítulo de las “fasciae”. En diferentes libros de anatomía se describe indistintamente como “fascia plantar” y “aponeurosis plantar”. El término “aponeurosis” representa un tejido con una disposición unidireccional de sus fibras de colágeno, mientras que la “fascia” es una estructura con fibras multidireccionales [197]. Por lo tanto, la fascia plantar es una aponeurosis, formada por tejido conectivo denso, que se dispone a lo largo de la planta del pie.

La fascia de la planta del pie se origina, proximalmente, en la porción plantar medial del calcáneo (Figura 1) para terminar distalmente, en las articulaciones metatarso-falángicas, donde se confunde con los ligamentos capsulares. Su función es soportar el arco longitudinal, durante la bipedestación, y absorber la fuerza de choque del pie contra el suelo durante la marcha, encargándose de mantener la estabilidad del pie. En la posición de bipedestación la fascia está relajada, sometida a poca tensión, mientras que durante la marcha o la carrera la fascia se tensa (Figura 2).

En la fascitis plantar hay una tensión excesiva sobre la aponeurosis plantar, exacerbada por una biomecánica alterada de la pierna y del pie, como pueden ser el pie plano, una dismetría o una contractura o acortamiento de los músculos de la pantorrilla [379][380][394].

Rao et al., [290] señalan que los pacientes con signos de artrosis en el mediopie soportan, en la región plantar, sollicitaciones de mayor magnitud y mayor duración durante la marcha. Burns et al., [48] demostraron una relación entre la presión de apoyo plantar y el dolor en pacientes con arcos plantares en tensión, secundarios a un pie cavo.

La fasciitis plantar afecta a la inserción proximal de la aponeurosis (entesis) [118][119] [352] que está dividida en cuatro zonas: fibras de colágeno densas, fibrocartilago no calcificado, fibrocartilago calcificado y hueso [309]. El fibrocartilago en áreas de inserción sometidas a

solicitaciones en varias direcciones [37][103], esto sugiere que las entesis están adaptadas específicamente para oponerse a las sollicitaciones a cizallamiento y flexión. Pero cuando encontramos grandes cantidades de fibrocartilago y altas concentraciones de proteoglicanos y glicosaminoglicanos [192][375] tenemos que sospechar que la entesis está diseñada para redistribuir las sollicitaciones a compresión a las que está sometida.

La fascitis plantar puede aparecer cuando la entesis fascio-calcánea se desequilibra y no se adapta a las sollicitaciones de compresión, flexión o cizallamiento [375] ni a las fuerzas de tensión [377], por eso las ortesis que reducen las sollicitaciones a compresión sobre el pie y evitan la tensión de la fascia plantar pueden ser, inicialmente, una solución del problema.



Figura 1. Disección de la fascia plantar en proyección plantar y oblicuas, plantar y sagital (cedido por el Dr. Golanó)

La fascitis plantar está producida por una sobrecarga biomecánica durante la bipedestación, marcha o carrera que produce microtraumas en la entesis calcánea [121][171][297][354]; la tensión repetida y elevada lleva a la fibrosis con cambios inflamatorios y degenerativos [265].

El trastorno de la fascia plantar incluye la fascitis plantar acompañada de una fibromatosis plantar que es una rara hiperproliferación fibrosa del tejido conectivo profundo del pie [179]. La fascitis crónica conduce a la degeneración con mayor fibrosis, reducción de su grosor y atrofia de los músculos intrínsecos del pie [57]. Granado et al., [124] investigaron las diferencias de sexo con respecto al grosor de la fascia plantar en cuarenta participantes (20 con fascitis plantar unilateral y 20 controles). La mayoría eran mujeres (65%) y vieron que los hombres con fascitis plantar tenían una fascia plantar significativamente más gruesa que las mujeres, sin observar diferencias entre hombres y mujeres sanos. Los varones con fascitis plantar unilateral también tenían fascias asintomáticas significativamente más gruesas en comparación con los controles. Ribeiro et al., [293] y Pohl et al [278] encontraron mayores fuerzas de apoyo (20%-80%) en la carrera de mujeres con fascitis plantar crónica indolora.

La fascitis plantar se produce por una sobrecarga mecánica produciendo microrroturas de la fascia que los traumatismos repetidos durante el apoyo del talón impiden la reparación, produciendo una inflamación crónica en la inserción de la fascia en el calcáneo [187][379]. Esta sobrecarga de la fascia plantar, durante mucho tiempo, puede producir microlesiones en el punto de inserción cerca de la tuberosidad interna del calcáneo, que lleva a una reacción inflamatoria y dolor en el talón, a 1 - 2 cm distal de la tuberosidad medial del calcáneo. El grosor de la fascia plantar se ha considerado como un indicador del grado de inflamación [122].

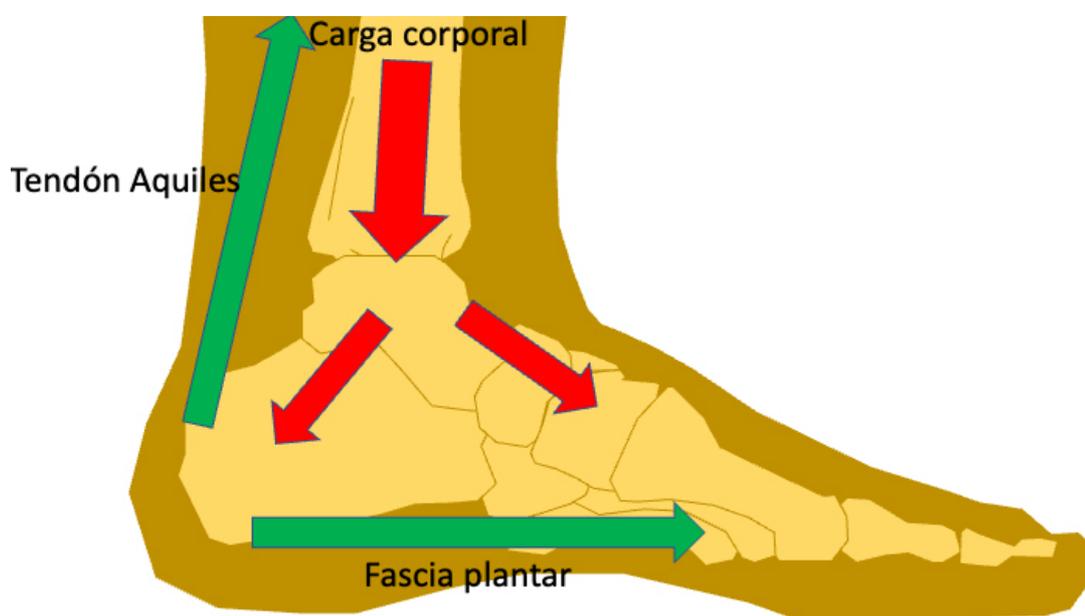


Figura 2. Efecto de la carga sobre la fascia plantar y el estiramiento del tendón de Aquiles. Un acortamiento del tendón de Aquiles sobrecarga la fascia plantar.

En las muestras analizadas histológicamente hay poca evidencia de inflamación, parece más una fasciosis degenerativa [119][207], similar a una tendinopatía con cambios degenerativos [2][192].

La almohadilla de grasa calcánea es un componente importante del pie humano que soporta la carga y sufre cambios con las actividades diarias, la marcha, estar de pie, caminar o correr [55]. Belhan et al., [36] investigaron, con ecografía, el grosor de la almohadilla de grasa del talón y su relación con la fascitis plantar y la edad, la ocupación, el IMC, el arco longitudinal en 50 pacientes, 29 mujeres y 21 hombres, con una edad media de 46 años con fascitis plantar. No encontraron diferencia en el grosor de la almohadilla bajo el tubérculo calcáneo interno ni tampoco del grosor de la grasa bajo la cabeza del primer metatarsiano. Sin embargo, el ángulo del arco longitudinal interno de los pies dolorosos fue significativamente mayor, mientras que el grosor de la grasa en las talalgias fue significativamente más delgado que en los pies sin dolor.

Ermütlu et al., [102] estudiaron 70 pacientes (edad media: 49; rango: 41-58 años) con fascitis plantar crónica que no respondía al tratamiento conservador y durante 3 meses fueron tratados con inyección de betametasona o terapia de ondas de choque extracorpóreas. El grado de engrosamiento fascial no influyó en las puntuaciones iniciales de AOFAS. El grosor de la fascia disminuyó significativamente en ambos grupos después del tratamiento. El porcentaje de cambio en las puntuaciones de AOFAS (68% con esteroides y 79% con las ondas de choque) y el grosor fascial (24% para esteroides y 26% para ondas de choque) fueron similares en los dos grupos. La recuperación funcional no se correlacionó con el grosor de la fascia basal o el grado de adelgazamiento fascial después del tratamiento. El único factor predictivo para la recuperación funcional, en términos de puntajes AOFAS, fue el estado funcional de los pacientes antes del tratamiento y la medición de la fascia plantar no fue útil como herramienta de diagnóstico o pronóstico.

Para identificar los loci genéticos [179] asociados con los trastornos de la fascia plantar, se realizó un examen de asociación del genoma humano utilizando datos disponibles públicamente del Programa de Investigación en Genes, Medio Ambiente y Salud, incluidos 21,624 casos de trastornos de la fascia plantar y 80,879 controles. Un indel (chr5: 118704153: D) y un SNP (rs62051384) mostraron una asociación con trastornos de la fascia plantar con una significación de todo el genoma con pequeños efectos. El indel chr5: 118704153: D se encuentra dentro de TNFAIP8 (codifica una proteína inducida por TNF alfa) y rs62051384 se encuentra dentro de WWP2, involucrado en la degradación proteosómico. Estas variantes de ADN pueden explicar que algunas personas tienen un mayor riesgo de trastornos de la fascia plantar que otras.

Epidemiología

La incidencia de fascitis plantar tiene su pico de edad en pacientes entre 40 y 60 años [128][296][350]. La fascitis plantar crónica es la causa más común de consultas del pie, en los Estados Unidos, ya que entre el 11% y el 15% requieren tratamiento [68][274]. Cada año más de 2 millones de personas consultan por dolor en el talón o la planta del pie [297], sin diferencia de sexos [350], de las cuales un millón son en los EEUU [211]. En un estudio sobre población australiana con 3.206 personas, la talalgia estuvo presente en el 3,6% de las personas [145].

Como decíamos, más de un millón de estadounidenses han estado afectados, en algún momento, por una fascitis plantar con talalgia y un 10% han sufrido en algún momento de su vida una fascitis plantar [74][274]. La fascitis plantar, que padece más de un tercio de la población mundial, es un efecto del daño sobre la almohadilla de grasa calcánea [55] y es más frecuente en personas obesas o deportistas o con una flexión del tobillo restringida [296].

En el estudio de Rasenberg et al., [291] la incidencia general de fascitis plantar en la sanidad primaria holandesa fue de 3,83 casos por 1.000 pacientes / año y en las mujeres fue de 4,64 y 2,98 en varones, con una prevalencia general de 0,4374%. La incidencia de consultas médicas alcanzó su punto máximo en septiembre y octubre de cada año.

Por su parte, el espolón del calcáneo se encuentra entre el 11% y el 21% de la población, con cifras muy parecidas en diferentes poblaciones, el 11% en la India, 13% en Irlanda, 15% en Zimbawe, 16% en Tailandia, 17% en Europa y 21% en EE. UU. [24][27][191][242][281][282][299]. Estos porcentajes aumentan con la edad, alcanzando el 55% en las personas mayores de 62 años y el espolón aparece entre el 59%-78% de los pacientes con talagia y en el 81% de aquellos que padecen artrosis [27][175][210][236][281] [282][299].

La fascitis plantar es una patología muy frecuente y constituye el 25% de todas las consultas referentes al pie en corredores. La mayoría de los casos se resuelven en un periodo inferior de 10 meses, pero un 10% desarrollan una fascitis plantar crónica [78]. Para Barr et al., [26] la fascitis plantar (31%) y las tendinopatías del Aquiles (24%) son las patologías más frecuentes en los atletas. Thing et al., [353] sostienen que la fascitis plantar es la causa de consulta del 8 - 10% de los corredores y del 80% de las talagias. En una revisión sistemática de ocho estudios, con un total de 3.500 pacientes, se encontró una prevalencia entre el 5,2% a 17,5% en corredores activos [216]. La fascitis plantar es la tercera causa de lesión más frecuente en corredores [176][216][350] y es la patología más frecuente en bailarinas de ballet.

DiCaprio et al., [87] examinaron 166 corredores prospectivamente, 86 hombres y 80 mujeres, con una edad media de 31 años, tanto aficionados como profesionales, practicantes de diferentes especialidades. La incidencia de patologías fue alta, el 59% de los deportistas presentaban una o más patologías. La más frecuente fue la fascitis plantar (31%) y la tendinopatía del Aquiles (24%). La incidencia fue mayor en hombres (60,9%), corredores profesionales (70,9%), corredores de media distancia (51,7%) y los que utilizaban calzado con clavos (80,3%). Considerando las características morfológicas del pie, el más afectado fue un pie con varo de talón (87,5%) y los pies cavos (71,4%). Se recogieron uno o más episodios de fascitis plantar en el 31,3% de los corredores que se manifestó como dolor en la planta del pie. Encontraron una relación con los años de actividad, el número de días semanales de entrenamiento, el número de kilómetros semanales y la altura del deportista. Por el contrario, no se encontró relación con la edad, el peso o el índice de masa corporal. Por su parte, la modalidad de carrera con mayor número de afectados de fascitis plantar fueron los corredores de medio fondo (42,2%) y los vallistas (40%) seguidos por corredores de fondo (25%) y de velocidad (15,4%). El valgo de rodilla parece tener un efecto preventivo sobre la fascitis plantar mientras que corredores con un retropié en varo, pie cavo y rodilla en varo estaban más afectados [87].

Los factores intrínsecos capaces de producir una fascitis plantar en los corredores son los cambios en la morfología plantar [322], el talón valgo [278][294][350] y un arco medial elevado [87][293-295][350] ya que los corredores con fascitis plantar presentan un cambio en el arco longitudinal medial, alto [87][295] o bajo [278] y la presencia de dolor contribuye a aumentar las fuerzas de apoyo plantar [278][293].

Queen et al., [284] demostraron que las presiones plantares están influidas por la morfología del pie y que estas variaciones dependen de la actividad deportiva que se realice. La presión plantar bajo la porción medial del mediopié aumentan en sujetos con pie plano y los deportistas con pie plano aumentan la carga plantar en el talón y en el mediopié, en su porción medial y lateral.

Un arco elevado en corredores sin patología se ha asociado con mayores fuerzas axiales de impacto y un mayor pico de presiones en el retropié durante la carrera [387], pero según Ribeiro et al., [293] en un pie de arco elevado se producen mayores impactos en el antepié durante la carrera que pueden afectar, por la mayor tensión en la fascia plantar, bajo la cabeza de los metatarsianos [306]. La fascitis plantar se ha asociado tanto al pie plano [45][46] como al pie cavo [293]. Para Simons et al., [338] el pie cavo por su poca flexibilidad con un antepié equino fuerza la dorsi-flexión, lo cual aumenta la tensión sobre la fascia plantar. Sin embargo, Irving et al., [156] no encontraron una relación entre la talalgia crónica y la morfología del pie.

Anatomía de la aponeurosis plantar

La aponeurosis plantar, mejor que fascia, tiene un efecto de torno sobre la planta del pie y ayuda a mantener en posición anatómica el arco longitudinal. Se inserta proximal en el tubérculo medial del calcáneo y se extiende hacia distal, dividiéndose en cinco bandas digitales, para terminar insertándose en el periostio de la base de la falange proximal de cada uno de los dedos y de las cabezas metatarsianas. Las fibras de la aponeurosis plantar se mezclan con la dermis, el ligamento transversal y la vaina flexora [75].

Hicks [141-143] señaló que la aponeurosis plantar se tensa durante el periodo final de la fase de apoyo y, cuando se flexionan las articulaciones metatarso-falángicas las tracciona desde su punto de inserción en el calcáneo, lo que denominó como “*windlass effect*” o efecto de torno. Así, la aponeurosis durante el ciclo de la marcha, cuando se elonga durante la fase de apoyo, almacena energía, bloquea la articulación mediotarsiana de Charcot en el momento de despegue de los dedos del suelo y ofrece una estructura rígida para realizar la propulsión. La aponeurosis se contrae pasivamente, convirtiendo la energía almacenada en energía cinética y ayuda de este modo a la aceleración [75].

El pie no se puede presentar como una unidad aislada ya que es el eslabón de la cadena que transmite las fuerzas del cuerpo al suelo y, de forma inversa, la reacción del suelo fuerza al cuerpo de manera que le proporciona la estabilidad y el equilibrio adecuados. El pie es, por lo tanto, el responsable de transmitir las fuerzas entre la extremidad inferior y el suelo durante la marcha. Esto se consigue por medio de un complejo sistema cinemático y cinético, ayudado por el impulso del cuerpo, para optimizar el gasto energético [8][16][202][328].

El pie debe ser flexible, en ocasiones, para adaptarse a las irregularidades del terreno, y muy rígido, en otras, para mantener la postura y el equilibrio. Sus movimientos rara vez aparecen en un solo eje de rotación ya que es una secuencia de movimientos coordinados a través de varios ejes [67][115].

El pie humano es variado en su forma, en función de la altura del arco longitudinal interno, puede ser un pie cavo (5-10%), neutro o pie plano (3-19%). Esta forma, no siempre patológica, viene determinada por diferentes factores, como son la forma y posición de los huesos, alteraciones de las partes blandas o el desequilibrio muscular [22][48][97][217][227][313], sin olvidar los factores hereditarios.

El pie plano se caracteriza por una depresión del arco longitudinal interno del pie, un retropié en valgo y el antepié en abducción [321]. En el pie plano la cabeza del astrágalo es más ancha y proximal y la glenoide del escafoide tarsiano más profunda [271]. Por su parte, el pie cavo se caracteriza por un aumento de la inclinación del calcáneo, un varo del retropié con una flexión plantar del antepié excesiva, frecuentemente a consecuencia de una alteración

neuromuscular [227]. La elevación del arco, aunque sea unos pocos milímetros, altera el movimiento de la articulación astrágalo-navicular [80].

Arquitectura de la bóveda plantar

La planta del pie humana se ha comparado con una bóveda apoyada en tres puntos [169]; con una bóveda propia de la arquitectura moderna [206] o una techumbre. Posturas más clásicas la equipararon a un taburete o a un puente de tres pilares.

Lo que no ofrece discusión son los puntos de apoyo del pie estático, capaces por sí solos de definir un plano. El punto posterior es la tuberosidad del calcáneo, el punto anterior interno, la cabeza del primer metatarsiano y el punto anterior externo, la tuberosidad del quinto metatarsiano. Estos puntos están unidos entre sí por dos arcos longitudinales, uno interno, más alto, y otro externo, además de un mal llamado arco transversal anterior. Hay autores [141][169] que sostienen que los puntos de apoyo anteriores son las cabezas de los metatarsianos segundo y tercero ya que son los puntos de mayor presión en la huella plantar y, por otra parte, donde se producen con mayor frecuencia las fracturas. Las pruebas de baropodometría, estudios de cinética y la radiografía en carga, así como el TAC, dejan clara evidencia de que son las cinco cabezas metatarsianas las que apoyan cuando el sujeto está en bipedestación [115].

Schwartz y Su [327] demostraron radiográficamente que no hay un verdadero arco anterior pues son las cinco cabezas, en mayor o menor medida, las que sostienen el peso, por lo que la carga sobre el talón, con el pie descalzo o con calzado sin tacón, es la misma que sobre las cinco cabezas metatarsianas. Kapandji [169], aunque defiende que hay un arco morfológico anterior, pues las cabezas del primer y quinto metatarsianos están más descendidas que las tres centrales, sostiene que todo el antepie apoya en el suelo por medio de las partes blandas y el “arco transversal”, además de ser poco acentuado tiene muchas probabilidades de estar hundido (Figura 3) (Figura 4) (Figura 5).

El arco longitudinal interno o medial, tibial o dinámico [115] está formado por dos columnas, una posterior o apófisis menor del calcáneo y otra anterior o cuerpo del primer metatarsiano. Su recorrido lo hace a través del astrágalo y de la porción del calcáneo que lo sostiene, el escafoides, las tres cuñas y sus correspondientes rayos. La cabeza del astrágalo constituye la clave del arco y también la clave de la bóveda plantar. El arco longitudinal interno refuerza el pie, pero no es un muelle de amortiguamiento, pues el pie es una palanca de segundo grado con apoyo en su parte anterior [198]. La potencia se representa en la inserción del tendón de Aquiles y la resistencia la constituye el peso que le llega desde la tibia al calcáneo.

El arco longitudinal lateral, arco peroneo o estático, está formado por el calcáneo, el cuboides y los rayos cuarto y quinto [115]. La cabeza del quinto metatarsiano constituye el apoyo anterior, el cuboides está suspendido en el aire y será la tuberosidad posterior del calcáneo el punto posterior del arco [169]. A diferencia del arco interno su altura es pequeña (3 - 5 mm) y está en contacto con el suelo por medio de las partes blandas.

Estando el sujeto en bipedestación, el arco longitudinal interno se aplanan, pero el punto más alto que corresponde al escafoides queda a unos 15 mm del suelo y el arco longitudinal externo, a pesar del revestimiento de las partes blandas, queda a 5 mm del suelo.

En la planta del pie distinguimos un triángulo posterior o de apoyo para estabilizar el pie y un triángulo anterior o de propulsión durante la marcha. La línea de conjunción de estos dos triángulos es la articulación de Chopart, que marca la posición de valgo, varo o neutra del talón.

La bóveda debe ser elástica, para ello el escafoide tarsiano articula con el astrágalo formando una enartrosis, la articulación de mayor movilidad, unidos ambos huesos y con la tuberosidad menor del calcáneo, por el ligamento triangular o calcáneo-escafoideo inferior que, por su situación, será la base del arco interno y clave de la bóveda plantar. La estabilidad de la articulación astrágalo – escafoidea está conferida por estabilizadores estáticos y dinámicos, incluyendo el ligamento plantar inferior o “*spring ligament*” (ligamento muelle) y el tendón del m. tibial posterior en la cara plantar [79][80][319]. El tipo de articulación y la elasticidad del ligamento triangular hace que las solicitaciones axiales, al llegar a la bóveda plantar, se descompongan en tres direcciones hacia cada uno de los puntos de apoyo.

Un tema controvertido es conocer cómo se mantiene la bóveda plantar y quien es el encargado de su mantenimiento. Se han propuesto tres teorías, el arco plantar es mantenido por la contracción de los músculos intrínsecos y extrínsecos del pie; se mantiene por la tensión de los tejidos pasivos [28][29][343] o actúan ambos factores conjuntamente, los elementos pasivos con los músculos [165][374].

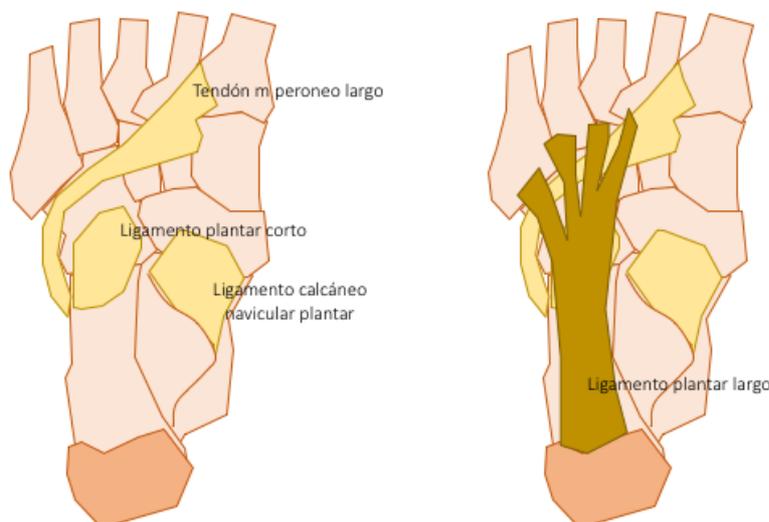


Figura 3. Ligamentos de la bóveda plantar. En el plano profundo el ligamento plantar corto y el ligamento calcáneo-navicular plantar refuerzan la articulación medio-tarsiana o de Charcot. En un plano más superficial el ligamento plantar largo.

Si se desinserta toda la musculatura del pie en un cadáver, veremos que no se deforma y su arquitectura soportara cargas con pequeñas deformaciones manteniendo, en todo momento, la bóveda plantar. También permanece el llamado triángulo estático. Por otro lado, [29] las solicitaciones estáticas que actúan sobre los ligamentos para sostener el arco longitudinal aplanado son de poca intensidad lo que confirma que la integridad de la estructura ósea del pie bien solo depende de su posición anatómica y de las articulaciones entre los diferentes huesos del tarso y la función de los ligamentos se reduce a mantener juntos los huesos entre sí.

Los elementos óseos del tarso necesitan ligamentos, fuertes, cortos y largos, profundos y superficiales que recubren las superficies articulares para evitar su deformación y, a la vez, cambiar su forma para adaptarse a la actividad, los tipos de calzados y a las superficies del suelo.

Los músculos se encargan de manejar y posicionar el pie para mantener el equilibrio, impulsar el cuerpo durante la marcha, carrera o salto y sostener el equilibrio en terrenos desiguales, ayudando también en el despegue del suelo al iniciarse la marcha, son por lo tanto la reserva dinámica de la locomoción.

El calcáneo es el hueso más voluminoso del tarso, constituye la cara pósterio-inferior del tarso, separado de los huesos de la pierna por el astrágalo y descansa directamente sobre el suelo. Alargado de delante atrás y aplanado transversalmente tiene una forma cúbica irregular y presenta seis caras. Nos vamos a centrar en la cara inferior que es la que nos interesa para explicar y entender la fascitis plantar.

Hay que tener en cuenta que el calcáneo, junto con el escafoides, muestra las mayores diferencias morfológicas según el tipo de pie. En el pie plano disminuye su altura y longitud, en el plano sagital. Esto se debe a los cambios en las zonas de apoyo y de carga y al ángulo de inclinación [240]. En un pie cavo, el calcáneo muestra un cuello más corto y mayor volumen posterior, posiblemente por el aumento de la carga a lo largo del eje longitudinal del calcáneo [240] o por un aumento del ángulo de inclinación del calcáneo [12].

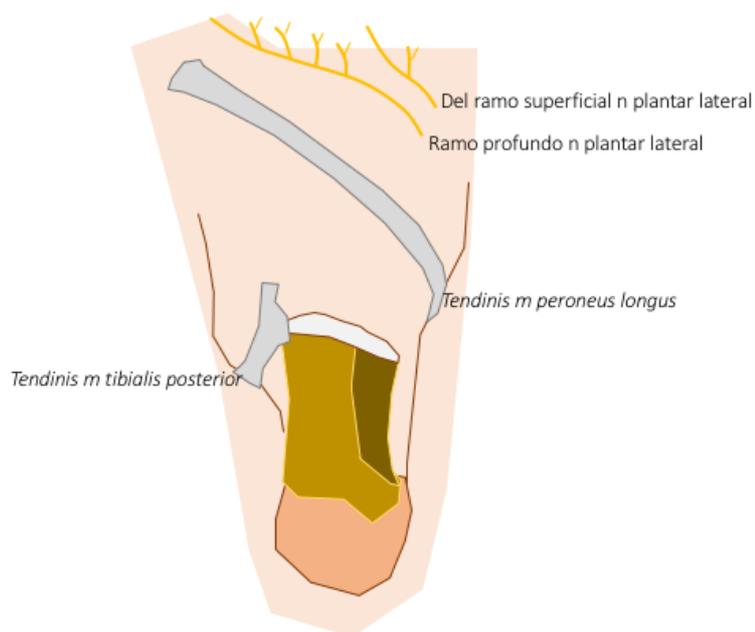


Figura 4. El tendón del m. peroneo lateral largo y el tendón del m. tibial posterior contribuyen a la estabilidad de la bóveda plantar

La cara inferior es irregular y está acribillada por numerosos agujeros vasculares en toda su extensión. Si la seguimos de proximal a distal vemos, en su porción posterior, dos prominencias óseas muy pronunciadas, las tuberosidades interna y externa del calcáneo; la interna es más voluminosa. Por delante de las dos tuberosidades se extiende una superficie rugosa casi plana, para la inserción del gran ligamento calcáneo-cuboideo inferior. Esta superficie termina por delante en una tercera eminencia ósea, conocida como tuberosidad anterior, donde se insertan los fascículos profundos del ligamento calcáneo-cuboideo inferior.

El talón se considera la parte del calcáneo situada por detrás de una línea transversal que une entre sí el vértice de los dos maleolos. Muy desarrollado en el hombre, la eminencia del talón es poco marcada en los monos [351]. Se supone que la aponeurosis plantar humana es una adaptación única a la bipedestación que se desarrolló en relación con el arco longitudinal [336].

Sin embargo, la anatomía comparativa de la aponeurosis plantar es poco conocida en la mayoría de los mamíferos, incluso entre los primates no humanos. La organización general de la aponeurosis plantar humana se comparte con los chimpancés. Según Sichtung et al., [336] la presencia de una aponeurosis plantar con bandas laterales y centrales claramente desarrolladas en los simios africanos sugiere que esta estructura no es exclusiva de la locomoción suspensoria y que estas especies poseen pies versátiles adaptados para la locomoción terrestre y arbórea. Esta configuración de la aponeurosis plantar habría sido ventajosa para mejorar la rigidez del pie para la locomoción bípeda en los primeros homínidos, antes de la evolución de un arco longitudinal.

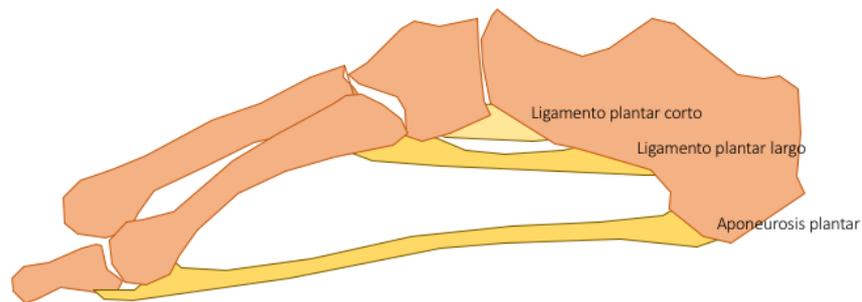


Figura 5. Vista sagital de la disposición topográfica del ligamento plantar corto, el ligamento plantar largo y la aponeurosis plantar

Musculatura de la planta del pie

La aponeurosis de la región plantar y los compartimentos aponeuróticos del pie

La planta del pie, como la palma de la mano, presenta dos aponeurosis, la aponeurosis superficial y la profunda, una capa de tejido fibroso, blanco y fuerte. Se compone esencialmente de fibras longitudinales que, desde el calcáneo, van a la primera falange de los dedos para formar las cintas pretendinosas.

La aponeurosis plantar se dirige desde la tuberosidad interna del calcáneo hacia distal, por medio de bandas fibrosas en la superficie plantar del antepie [323] y está dividida en tres porciones medial, lateral y central siendo ésta última el componente más importante.

El vértice, truncado, de 15 – 20 mm de ancho, se inserta en las dos tuberosidades del calcáneo. En ocasiones, los fascículos más internos remontan hacia el tendón del m. plantar delgado y se fusionan con él. Esto explica que la porción central de la aponeurosis plantar superficial se haya visto como una expansión, en la planta del pie, del m. delgado plantar [351].

La base queda por detrás de las cabezas de los metatarsianos. Se divide en cinco bandas divergentes, una para cada dedo, en relación con los tendones flexores situados inmediatamente por encima de ellas. Cada una de estas cintas al llegar a la cabeza de los metatarsianos, se divide, a su vez, en dos lengüetas que, separándose una de otra y hundiéndose profundamente, pasan por cada lado de la articulación metatarso-falángica correspondiente para terminar en la cara

dorsal de la misma articulación, fusionándose primero entre sí y luego con la vaina fibrosa de los extensores.

La cara superior de la porción central de la aponeurosis plantar superficial está en relación con el m. flexor corto plantar que se inserta en la propia aponeurosis por detrás y del que está separado, por delante, por una misma capa de tejido celular laxo. La cara inferior está en contacto con la piel de la que está separada por tejido celular-adiposo.

La aponeurosis plantar mantiene el arco longitudinal interno del pie y absorbe las solicitaciones que actúan sobre las articulaciones mediotarsianas; es una estructura crítica, formada por un tejido conjuntivo denso [27][379] e histológicamente diferente a la estructura de tendones y ligamentos [70][78]. Es fundamental en la biomecánica del pie para soportar el arco longitudinal interno, disipar las fuerzas y tensiones que actúan en el pie durante la marcha o en cualquier condición de impacto [41][143].

La fascia es capaz de almacenar energía de deformación para transformarla en una fuerza propulsiva comportándose como un tejido casi-elástico [249][267]. También soporta los movimientos de rotación del pie durante la marcha, limita los movimientos de los metatarsianos y modifica las propiedades elásticas del pie [111][112][167][182].

La aponeurosis plantar se divide en cinco fascículos para conectar el calcáneo con los dedos del pie a través de las placas plantares, siendo la más importante la del primer dedo. Cuando se extiende el dedo gordo, es decir cuando está en posición de despegue del pie del suelo, la aponeurosis plantar se estira, con el consecuente acortamiento y engrosamiento que determina la elevación del arco longitudinal.

La aponeurosis plantar, en su inserción distal, lo hace a través de las almohadillas plantares de las articulaciones metatarso-falángicas en las falanges proximales, con una inserción muy fuerte [141]. Cuando se extienden los dedos tiran de las almohadillas plantares y la aponeurosis se desplaza hacia delante, sobre las cabezas de los metatarsianos. El arco longitudinal interno aumenta porque se acorta la distancia entre el calcáneo y las cabezas de los metatarsianos. Durante la marcha y la carrera, cuando se extienden los dedos, además del peso del cuerpo, el arco longitudinal interno aumenta sin acción directa de los músculos [142].

Beck et al., [34] describieron una banda fascial gruesa que surge del aspecto medial de la aponeurosis plantar lateral y llega profundamente al antepié, cruzando una rama del nervio plantar lateral. Disecaron 50 pares de pies de cadáver. El 38% de los pies poseía la banda fascial y se encontró unilateralmente en 10 pares y bilateralmente en 14 pares de pies. El punto de cruce del nervio plantar lateral con la banda fascial fue 2 cm, por dentro, y 1,7 cm por delante de la tuberosidad de la base del quinto metatarsiano.

El tendón de Aquiles y la fascia plantar forman un sistema coordinado y embriológicamente unidos [333] a través de fibras periósticas que van disminuyendo en grosor y elasticidad con la edad [340]. Kim et al., [177] encontraron que el 5%, de los 40 pies de cadáver estudiados, mantenían la conexión entre el tendón de Aquiles y la fascia plantar. En un estudio posterior, Kim et al., [178] evaluaron la inserción del tendón de Aquiles en RM y señalaron que las personas más mayores tenían un tendón de Aquiles insertado más proximal que los más jóvenes, sugiriendo que la proporción de personas con una conexión tendón de Aquiles – fascia plantar debería ser mayor.

Hemos indicado que preferimos hablar de aponeurosis en lugar de fascia, porque la mayoría de sus fibras de colágeno tipo I están dispuestas longitudinalmente. Natali et al., [249] en su estudio microscópico encontraron que las fibras de colágeno son, en su mayor parte,

longitudinales de proximal a distal, pero también se pueden encontrar fibras dispuestas en sentido vertical, transverso y oblicuas. La mayoría de las fibras son de colágeno tipo I; solo en los grandes haces fibrosos que cambian de dirección, se encuentran unas pocas fibras de colágeno tipo III. Además, no es un tejido elástico, contiene fibroцитos, transmite la energía pasivamente y responde a los requerimientos cambiando la composición de la matriz extracelular [379]. La fascia plantar contiene ácido hialurónico para un mejor deslizamiento de las fibras que también puede tener un efecto antiinflamatorio [251].

La planta del pie se divide en tres compartimentos, divididos por un septo medial y otro lateral, derivados de los bordes de la aponeurosis plantar central [228]; hay otros tabiques, principalmente transversos, que dividen el compartimento central en espacios fasciales. En los libros clásicos se señalaba que los septos están bien marcados en su parte posterior (proximal) pero se muestran más difuminados y débiles en la parte anterior (distal).

Estos dos tabiques dividen la región plantar en tres compartimentos: compartimento medio, compartimento interno y compartimento externo. La aponeurosis plantar superficial presenta tres porciones: porción media, porción interna y porción externa. Dos canales en dirección antero-posterior, muy marcados y llenos de grasa, por cada lado separan la porción media de la porción lateral y de la porción medial (Figura 6).

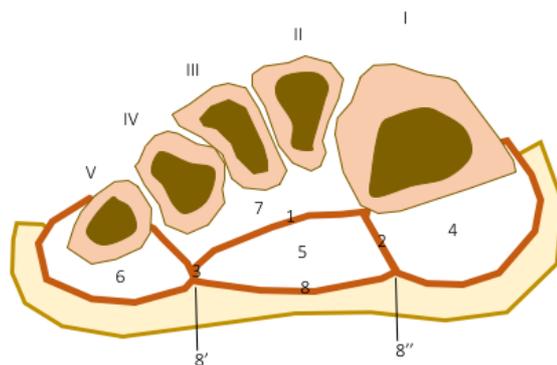


Figura 6. Aponeurosis de la planta del pie en un corte transversal a nivel de la extremidad proximal de los metatarsianos (1: aponeurosis plantar profunda; 2: tabique intermuscular interno; 3: tabique intermuscular externo; 4: compartimento interno; 5: compartimento medio; 6: compartimento externo; 7: compartimento de los m. interóseos; 8: aponeurosis plantar superficial con su porción central, interna y externa; 8' y 8'': surcos subaponeuróticos, interno y externo).

- El compartimento medio es el mayor y el más importante, contiene el m. flexor plantar, el accesorio del m. flexor largo, los tendones del m. flexor largo común de los dedos y mm. lumbricales. Además, el fascículo interno del m. flexor corto del primer dedo y las dos porciones, oblicua y transversal del m. abductor. Contiene, por último, los vasos y nervios plantares externos.

- El compartimento externo contiene el m. abductor, el m. flexor corto y el m. oponente del quinto dedo y, también, el último m. interóseo plantar.

- El compartimento interno contiene el m. aductor del primer dedo, el fascículo externo del m. flexor corto del primer dedo, el tendón del m. flexor largo propio, los vasos y nervios plantares internos.

La aponeurosis plantar media

La aponeurosis plantar media, es la más importante, de forma triangular, cuyo vértice es proximal, se inserta en la cara inferior del calcáneo, unida al tubérculo interno [115] y la base es distal relacionada con el origen de los dedos. Forma un tejido fibroso muy grueso y resistente, de aspecto nacarado, tendido entre los dos extremos, proximal y distal, de la región plantar. Determina y mantiene la configuración abovedada de la cara inferior del pie. Además, tiene una función protectora pues impide que los vasos y los nervios subyacentes sean comprimidos durante la bipedestación.

El septo medial es incompleto y está ausente en la parte posterior, donde las estructuras pasan desde el canal del calcáneo a la región plantar y también en la porción más anterior, donde los m. flexores y el m. aductor del primer dedo pasa del espacio central al medial [150][307]. Según Rouviere [307], la inserción profunda del septo interno son los huesos cuneiformes y el navicular y el tendón del m. tibial posterior y señala que el nervio plantar interno y los vasos pasan medialmente, por detrás de los grandes orificios. El septo se divide en dos capas, en la parte anterior, para formar una vaina para el tendón del m. flexor del primer dedo el cual pasa del compartimento central al medial para alcanzar la superficie plantar del tendón del m. flexor corto del primer dedo.

Proximal a la cabeza de los metatarsianos, cada banda orientada longitudinalmente se divide en un tracto profundo (lacertus aponeuroticus profundus) y otro superficial (lacertus aponeuroticus superficialis) [139]. La función del tracto profundo es desconocida, pero podría estabilizar el cuarto radio del pie durante la marcha y la carrera [72]. Según Bojsen-Moller et al., [40] un área proximal a las cabezas de los metatarsianos, los “retinacula cutis”, son bandas transversas, en las cuales las fibras profundas de la aponeurosis plantar forman diez septos sagitales conectados al ligamento metatarsiano transverso profundo y a través de este llegan a las falanges proximales de los dedos.

La aponeurosis plantar interna

Su inserción proximal nace por detrás de la tuberosidad interna del calcáneo; a nivel distal termina en la raíz del primer dedo, confundándose con la cinta que la aponeurosis central envía a este dedo. Por fuera se continúa con la aponeurosis plantar media y por dentro, a nivel del borde interno del pie, con la aponeurosis dorsal superficial.

En sus dos quintos posteriores es muy delgada dejando ver la musculatura subyacente, el m. aductor, se inserta, en parte, en esta aponeurosis, y el m. flexor corto del primer dedo. La parte anterior es mucho más gruesa por los refuerzos fibrosos.

La aponeurosis plantar externa

La porción lateral de la aponeurosis plantar es delgada distalmente y gruesa en su inserción proximal en la tuberosidad externa del calcáneo y desde aquí se extiende a la raíz del quinto

dedo. Cubre la superficie inferior del m. abductor digiti quinti y forma, en este punto, una banda gruesa, entre la apófisis lateral del calcáneo y la base del 5º metatarsiano [240]. Internamente la porción lateral se continua con la porción central y lateralmente con la fascia dorsal. En su mitad proximal es gruesa y resistente y de color nacarado. Cuando llega a la cabeza del quinto metatarsiano se adelgaza y forma dos cintas divergentes, una externa, gruesa, que termina en el lado externo del quinto dedo y otra interna, más delgada y corta, que se confunde con el borde de la aponeurosis plantar media.

La aponeurosis plantar profunda: aponeurosis interósea plantar

Se extiende entre los espacios intermetatarsianos y está en relación con los músculos interóseos y con los metatarsianos que los separan.

Músculos de la región plantar con inserción en la cara inferior del calcáneo

Nos vamos a centrar en la musculatura que se relaciona con la cara inferior del calcáneo y sería susceptible, por lo tanto, de influir en la fascitis plantar. En la cara inferior del calcáneo se insertan el m. flexor corto común de los dedos, el m. aductor del primer dedo, el m. abductor del quinto dedo, el fascículo externo del accesorio del m. flexor largo común y, a veces, el m. tibial posterior (Figura 7).

Los músculos de la planta del pie se disponen en cuatro capas [115].

Primer plano o capa subfascial

La primera o capa subfascial, formado por el m. flexor corto plantar, m. abductor del dedo gordo y m. abductor del dedo pequeño. Estos tres músculos, junto con la aponeurosis plantar, forman los tirantes principales de los arcos longitudinales, interno y externo. El m. flexor corto plantar surge del tubérculo interno del calcáneo y de la aponeurosis plantar. Se divide en cuatro tendones para los cuatro dedos laterales. El m. aductor del primer dedo se origina en el tubérculo interno del calcáneo y del ligamento lacinado adjunto para dirigirse hacia la falange proximal del primer dedo. Por su parte, el m. abductor del 5º dedo surge de los tubérculos interno y externo del calcáneo para terminar en la base de la falange proximal del 5º dedo.

Segundo plano

La segunda capa consta de un grupo de tendones y un grupo muscular; los tendones del m. flexor largo del primer dedo y del m. flexor largo de los dedos, los cuales van a los cuatro dedos laterales [115], además del m. accesorio y los m. lumbricales. En la cara inferior del calcáneo solamente se inserta el m. accesorio o m. quadratus, el músculo cuadrado plantar o m. flexor accesorio, con el añadido de carnosus de Silvio, con un origen bipennado desde el calcáneo. La cabeza interna cubre el borde del ligamento plantar largo, es grande y carnosus (Figura 8).

Tercer plano

Los músculos de la tercera capa son el m. flexor corto del dedo gordo, el m. flexor del quinto dedo y las cabezas transversal y oblicua del m. aductor del primer dedo

Cuarto plano

La cuarta capa consta de tres músculos interóseos plantares y cuatro dorsales junto a los tendones del m. peroneo lateral largo y del m. tibial posterior.

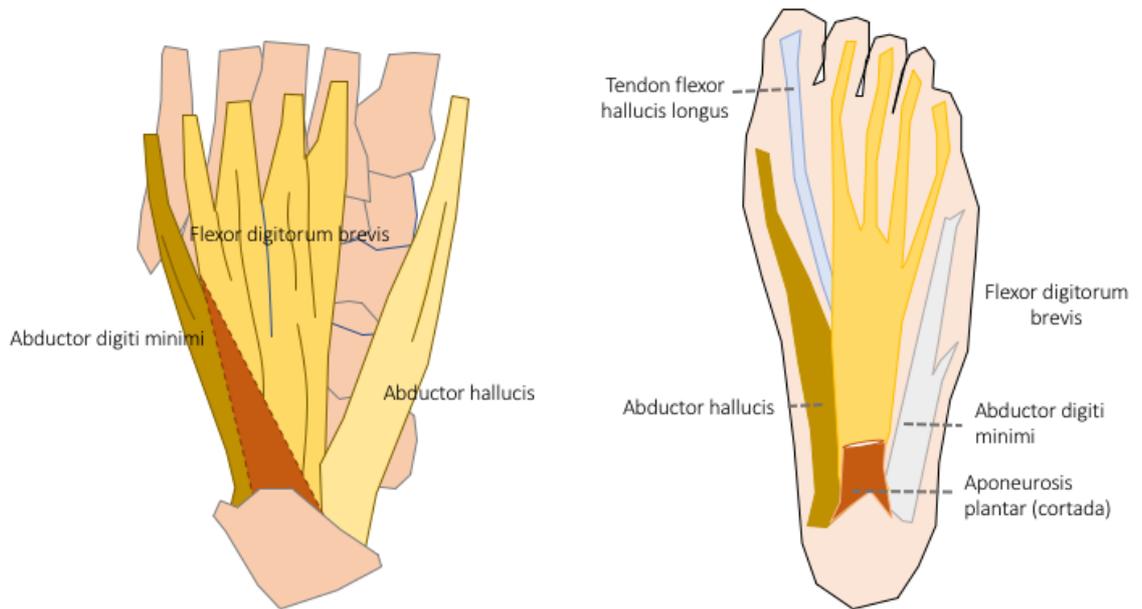


Figura 7. Capa profunda de la musculatura del talón, a) origen de los tres músculos en la cara inferior del calcáneo; b) su relación con la aponeurosis plantar y el tendón del m. flexor largo del primer dedo

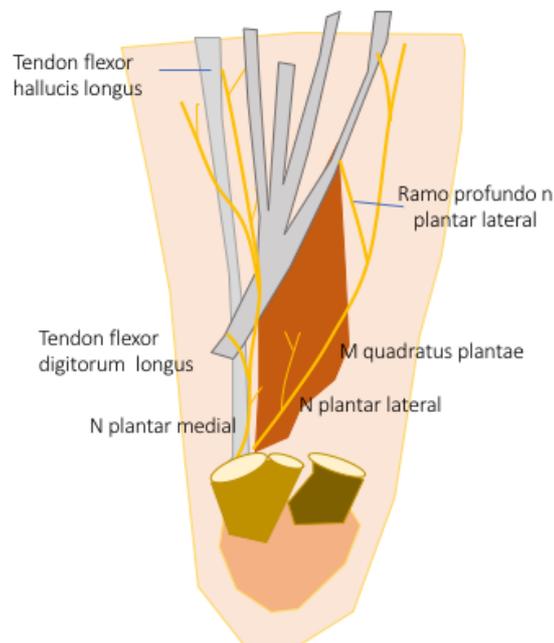


Figura 8. Segunda capa muscular con el m. flexor accesorio y sus relaciones.

Músculos que se insertan en la cara plantar de la tuberosidad del calcáneo

En la cara inferior del calcáneo se insertan, de dentro afuera, los siguientes músculos:

El m. aductor del primer dedo

Es el músculo más superficial y el más largo del grupo interno, se dirige desde el calcáneo hasta la primera falange del primer dedo. Se origina en la tuberosidad posterior e interna del calcáneo, en la parte inferior y anterior del ligamento anular interno del tarso, en la cara profunda de la aponeurosis plantar, en el tabique fibroso que lo separa, por fuera, del m. flexor corto común de los dedos. Desde aquí se dirige hacia delante a buscar la primera falange del primer dedo.

Es importante tener en cuenta que en su inserción calcánea la cara profunda del músculo cubre los tres tendones [351] y los vasos y nervios que salen del canal calcáneo interno. Más adelante también cubrirá al m. flexor corto del dedo gordo. Está innervado por un ramo procedente del n. plantar interno.

El m. abductor del quinto dedo

Se inserta en la tuberosidad externa del calcáneo, en la cara profunda de la aponeurosis plantar y en el tabique fibroso que lo separa del m. flexor corto plantar. Desde aquí sus fibras se dirigen hacia delante, siguiendo el borde externo del pie, para terminar en un tendón largo hasta la articulación metatarso-falángica, en la parte externa del extremo posterior de la primera falange del quinto dedo. Su cara profunda está en relación sucesivamente con el accesorio del m. flexor largo, el ligamento calcáneo – cuboideo, la vaina plantar del m. peroneo lateral largo y el m. flexor corto del quinto dedo. Su borde interno está en relación con el m. flexor corto plantar. Está innervado por un ramo del n. plantar externo.

El m. flexor corto plantar

Ocupa el primer plano de la región plantar media; es corto, aplanado, cuadrilátero y desde el calcáneo se dirige a los cuatro últimos dedos. Se origina proximal en la tuberosidad interna del calcáneo, en la cara profunda de la aponeurosis plantar, en una extensión de 3 - 4 cm, en los tabiques fibrosos que lo separan de los músculos vecinos, el m. aductor del primer dedo y el m. abductor del quinto dedo. Para Martin [228] el m. *flexor hallucis brevis* tiene un origen superficial y otro profundo. Las fibras superficiales proceden del septo intermuscular medial y a través de esta inserción el músculo estará anclado al calcáneo en la región del tubérculo medial.

De aquí se dirige hacia delante, se ensancha y se divide, en la parte media del pie, en cuatro fascículos carnosos que se terminan fijando en cuatro tendones muy delgados que se dirigen, divergentes, hacia los cuatro dedos externos y terminan, después de haber sido perforados, por los tendones correspondientes del m. flexor largo.

La cara superficial del m. flexor corto está en relación, en toda su extensión, con la aponeurosis y la piel. Su cara profunda cubre los tendones del m. flexor largo, el accesorio de este músculo, los lumbricales, el nervio y los vasos plantares externos. Su borde interno está en relación con el m. aductor del dedo gordo y el borde externo con el m. abductor del quinto dedo.

El músculo se divide pronto en un cuerpo medial y otro lateral que se insertan conjuntamente por fibras tendinosas en los lados, medial y lateral, de la base de la falange

proximal del primer dedo. En el interior de cada tendón hay un hueso sesamoideo que se deslizan sobre la cabeza del primer metatarsiano.

Está inervado por un ramo del nervio plantar interno que penetra, por su cara profunda, en su parte media y cerca de su borde interno.

El m. accesorio del flexor largo o músculo cuadrado carnososo de Silvio

Es un músculo aplanado de forma cuadrilátera, situado, profundamente, en la parte posterior de la región plantar media. Tiene un origen bipenado en el calcáneo. La cabeza interna cubre el borde del ligamento plantar largo y es grande y carnososo, y en ocasiones puede causar confusión en las cirugías [115]. Uchiyama et al., [365] demostraron que inicialmente el m. cuadrado plantar se localiza al mismo nivel o profundidad que el tendón del m. flexor común largo de los dedos. En contraste con el m. flexor corto de los dedos desarrollado en la parte más superficial de la placa tendinosa común, aunque el m. cuadrado plantar del adulto muestra variaciones en el 20% de los casos [257].

Se compone de dos fascículos, uno interno y otro externo. El fascículo interno se desprende de la cara interna del calcáneo, muy cerca de la tuberosidad interna. El fascículo externo se origina cerca de la tuberosidad externa, en la cara inferior del calcáneo y, también en ocasiones, del ligamento calcáneo-cuboideo. Los dos fascículos de origen del m. cuadrado carnososo están separados, uno de otro por un espacio triangular de base posterior que muestra la cara inferior del calcáneo desprovisto de fibras musculares.

De esta doble superficie de inserción, los dos fascículos se dirigen hacia delante, convergiendo para fusionarse y fijarse en el tendón del m. flexor común de los dedos o en sus ramas de bifurcación. La mayor parte de las fibras del m. accesorio terminan en los tendones destinados a los dedos tercero y cuarto.

Su cara profunda descansa sobre la cara inferior del calcáneo y sobre el ligamento calcáneo-cuboideo inferior mientras que la cara superficial está en relación con el m. flexor corto plantar que lo cubre y del cual está separado por el nervio y los vasos plantares externos.

Inervación de la planta del pie

La fascitis plantar se ha relacionado con patologías o atrapamientos de los nervios de la planta del pie. Hay que recordar que el nervio ciático poplíteo se divide en sus dos ramos el ciático poplíteo externo y el interno. El ciático poplíteo externo termina con sus dos ramos terminales, el n. músculo-cutáneo y el n. tibial anterior. Por su parte el n. ciático poplíteo interno que nace en la parte superior del rombo poplíteo, en el punto donde el m. bíceps femoral se separa del m. semimembranoso, atravesando verticalmente el hueco poplíteo, penetra por delante de los músculos gemelos, pasa el anillo del sóleo, donde cambia de nombre para denominarse nervio tibial posterior (Tabla 1).

El n. tibial posterior sigue por la cara posterior de la pierna, en un trayecto oblicuo hacia abajo y adentro y llega a la cara posterior del maleolo interno para terminar en el conducto calcáneo bifurcándose en el n. plantar interno y n. plantar externo (Figura 9).

Además, la fascia plantar está muy inervada, especialmente en los puntos donde se confunde con la fascia del m. abductor hallucis y m. abductor digiti minimi y donde se insertan los músculos plantares. Rouviere [307] señala que los nervios plantares perforan el septo medial por

encima del gran orificio que permite el paso de los músculos plantares y que el nervio plantar lateral discurre por la fascia suelta que recubre el *m. flexor digitorum accesorius* (Figura 10) [228].

La presencia de los corpúsculos de Pacini y Ruffini, responsables de la mecanorrecepción sugiere que la fascia también tiene una función propioceptiva y de estabilidad para el control de los movimientos del pie. Gracias al número de músculos del pie, la fascia plantar es capaz de conocer la posición y el estado de contracción de los diferentes músculos; si los músculos se contraen en exceso, la fascia plantar, gracias a las terminaciones nerviosas que contienen, también lo hace [267].

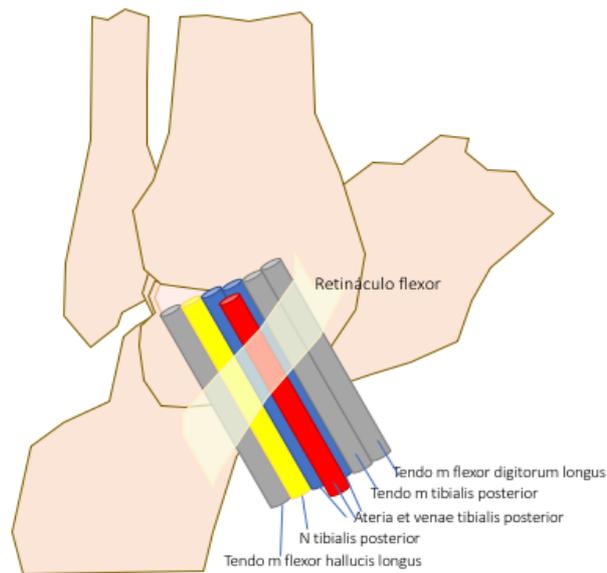


Figura 9. Entrada del paquete neuro-vascular en la planta del pie por el canal del calcáneo, acompañado por tres tendones.



Figura 10. Los nervios plantares perforan el septo medial por encima del gran orificio que permite el paso de los músculos plantares

El n. plantar interno

Es más voluminoso que el n. plantar externo del que se separa formando un ángulo muy agudo y se dirige hacia delante, entre los músculos de la región plantar externa y los de la región plantar media. Para Hollinshead [150] el nervio plantar medial discurre profundo al m. abductor del primer dedo y el nervio plantar lateral pasa por debajo del músculo, para atravesar el septo medial y después el lateral. Para Martin [228] los nervios plantar medial y lateral entran en la planta del pie en la profundidad del retináculo flexor y del origen del m. abductor hallucis.

El n. plantar interno nace en el canal del calcáneo, por detrás de la arteria tibial posterior y se sitúa por delante de la misma. Está en relación con los tendones flexores, descansa sobre el tendón del m. flexor propio por detrás del m. flexor común. Cubierto por las dos aponeurosis tibiales que forman por su adosamiento el ligamento anular interno (Figura 11).

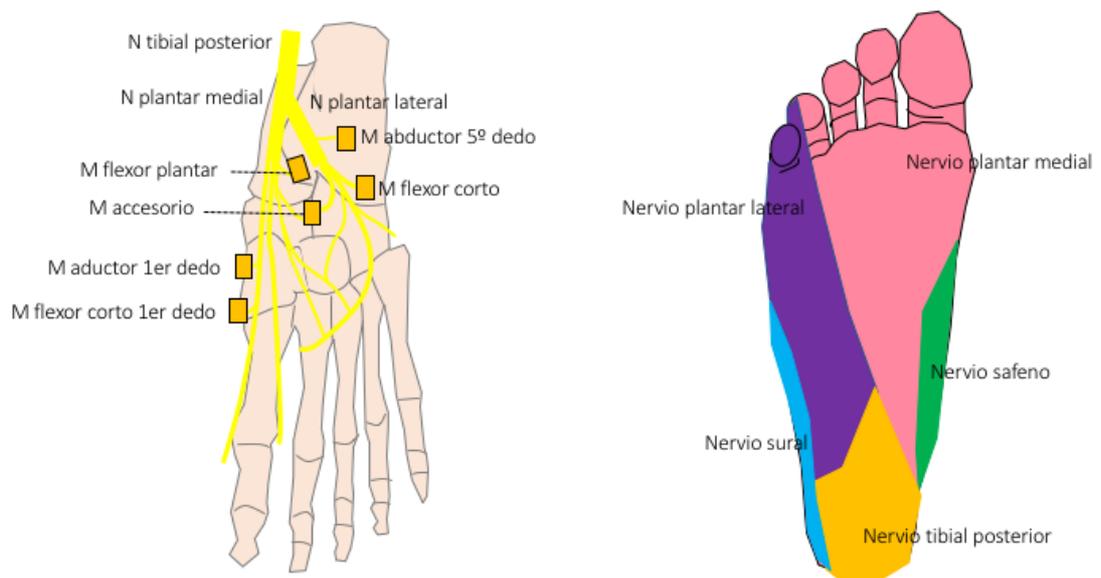


Figura 11. a) Distribución del nervio tibial posterior, b) Sensibilidad de la planta del pie

En la parte inferior del canal calcáneo el nervio plantar interno se introduce en la cara interna del calcáneo y la cara profunda del m. aductor del primer dedo, donde se une a la arteria plantar interna, rama de bifurcación de la a. tibial posterior, que la separa del n. plantar externo, que se encuentra situado entre las dos ramas de bifurcación de la a. tibial posterior: la plantar interna y la plantar externa. Todos estos órganos vásculo-nerviosos caminan por la cara profunda del m. aductor del dedo gordo, en pequeños túneles osteofibrosos.

Llegando a la planta del pie, el n. plantar interno, acompañado de la arteria del mismo nombre que está por dentro, camina de atrás adelante por el intersticio que separa el m. aductor del dedo gordo del m. flexor corto plantar, por debajo de los tendones flexores de los dedos. En la base de los metatarsianos el nervio se divide en sus ramas terminales.

El nervio plantar lateral pasa después profundo al septo transversal que recubre al *m. flexor digitorum accesorius*, mientras el nervio plantar medial pasa bien superficial o profundo al mismo, en este último caso, el nervio normalmente atraviesa la parte distal del septo.

Después de atravesar el septo transversal, el nervio plantar lateral alcanza la base del 5º metatarsiano donde se divide en superficial y profundo, pero solo el ramo que inerva la cara lateral del dedo pequeño atraviesa el septo intermuscular lateral [228].

El nervio plantar medial también se divide en el compartimento medio del pie, pero solo el nervio digital de la cara medial del dedo gordo abandona este compartimento.

A nivel del tarso emite ramas colaterales, ramos cutáneos que se distribuyen por la piel de la cara inferior del talón y por la piel de la región plantar interna y ramos musculares para el m. aductor del primer dedo, el m. flexor corto plantar y únicamente la porción interna del m. accesorio del flexor corto común de los dedos.

Las ramas terminales del n. plantar interno se dividen en la base del primer metatarsiano, en una rama interna y otra externa para el antepié.

El nervio plantar externo

En su trayecto el n. plantar externo da dos ramas colaterales, una para el m. accesorio del flexor largo, únicamente la porción externa, y la otra para los músculos abductor y flexor corto del quinto dedo. Las ramas terminales, en el extremo posterior del cuarto espacio interóseo, se divide en una rama superficial y otra rama profunda (Tabla 1) (Figura 11).

Un ramo del nervio plantar lateral pasa entre el espolón del calcáneo y la superficie profunda del m. flexor corto de los dedos, esta rama nerviosa se ha implicado con el dolor de la fascitis plantar. Sin embargo, el dolor por compresión de este nervio es focal y no empeora con la flexión dorsal pasiva de los dedos [75].

La rama superficial continúa el trayecto del nervio plantar y pronto se divide en dos ramos, un ramo interno, que desciende al cuarto espacio interóseo y otro ramo externo que después de haber dado algunas ramitas al m. flexor corto plantar, forma parte del colateral externo del quinto dedo.

Después de abandonar el septo transversal, el nervio plantar lateral alcanza la base del quinto metatarsiano y llega a sus divisiones profunda y superficial, pero solo el ramo de la cara lateral del 5º dedo atraviesa el septo intermuscular lateral.

La rama profunda, acompañada de la arteria plantar externa, cambia súbitamente de dirección, se dirige oblicuamente hacia delante y adentro, entre el m. abductor oblicuo del primer dedo y los interóseos plantares. Esta rama describe una curva larga, cóncava hacia arriba y adentro. Termina en la parte media del primer espacio interóseo.

El nervio calcáneo inferior, rama del nervio plantar lateral, puede ser comprimido por el espolón cuando pasa entre los músculos intrínsecos del pie y la tuberosidad del calcáneo para inervar al m. *abductor digiti minimi* [65][86][107]. El atrapamiento del nervio constituye la neuropatía de Baxter, produce una atrofia del m. *abductor digiti minimi* y talalgia [218]. Se ha encontrado una relación entre la atrofia del m. *abductor digiti minimi* y el espolón del calcáneo [65][218][304].

El nervio del m. abductor del 5º dedo se origina como el primer ramo del n. plantar lateral (82,1%) que se divide a nivel del maléolo interno, aunque presenta variaciones. En el 11,7% de los casos es un ramo directo del nervio tibial posterior o también se puede originar de un ramo común con el ramo posterior del n. plantar lateral y con el ramo calcáneo medial (4,1%) o en un ramo común con el ramo posterior para el m. cuadrado plantar (2,1%). El nervio sigue, a lo largo del ligamento plantar, hacia lateral, entre el m. *abductor hallucis* y la tuberosidad medial del

calcáneo, insertándose en la porción proximal del m. abductor del 5º dedo. El nervio del m. abductor del 5º dedo es mixto, su porción motora inerva al m. flexor corto común de los dedos y al m. cuadrado plantar, mientras que sus fibras sensibles alcanzan al periostio del calcáneo, el ligamento plantar largo y la piel adyacente [304]. Por eso, cualquier aumento de volumen en la zona con un efecto compresivo local producirá una neuropatía y la clínica no se distingue con facilidad de la fascitis plantar [301].

Tabla 1

Nervios plantares

Nervio plantar interno	Ramos musculares	M. Aductor del 1er dedo
		M. Flexor corto del 1er dedo
		M. Flexor corto plantar
		M. Accesorio del flexor largo
		M. Lumbricales 1º y 2º
	Ramos cutáneos	Filetes plantares Colaterales plantares 1º, 2º, 3º, 4º, 5º, 6º, 7º
Nervio plantar externo	Ramos musculares	M. Accesorio flexor largo
		M. Abductor 5º dedo
		M. Flexor corto 5º dedo
		M. Abductor oblicuo y m. transverso 1er dedo
		Mm. Lumbricales 3º y 4º
		Todos los mm. interóseos
	Ramos cutáneos	Colaterales plantares 8º, 9º y 10º

La RM puede ayudar al diagnóstico [10][125][292] y la atrofia muscular del m. abductor del 5º dedo refleja una compresión crónica del nervio calcáneo inferior [86]. El nervio puede estar atrapado o comprimido en dos puntos, cuando hay una alteración de la biomecánica, con una pronación excesiva del pie, el nervio puede quedar atrapado en el momento de rotación lateral entre el m. cuadrado plantar y el *m. abductor hallucis* [304], o también puede quedar atrapado a su paso, desde anterior a medial, en la tuberosidad del calcáneo o interferir mecánicamente con un espolón del calcáneo [31][94][218].

No es infrecuente, en deportistas que han sufrido o padecen una fascitis plantar crónica [324] y a los que se les ha efectuado varias infiltraciones de corticoides [177][205][219][370].

Un 20% de pacientes con talalgia crónica está relacionada con la compresión del m. abductor del 5º dedo. Rodrigues et al., [301] detectaron un atrapamiento del n. plantar lateral y sus ramos correspondientes en pacientes con dolor crónico de talón. En la RM encontraron una atrofia grasa selectiva del *m. abductor digiti quinti*. Entre los 90 pacientes había predominancia de mujeres (78,8%) y se encontró una correlación entre la atrofia grasa del músculo y la fascitis

plantar (21,2%) y varices en el tobillo (16,8%). Cuando el dolor se cronifica, durante un periodo superior a los 6 meses y sin mejoría con tratamiento conservador, hay que pensar en esta patología y precisarán una descompresión quirúrgica [31][120][354].

Vascularización

La arteria tibial posterior también se divide en ramas plantares, medial y lateral, en la profundidad del retináculo flexor.

La arteria plantar interna es pequeña y se distribuye por la musculatura plantar del primer dedo. Su rama superficial, sin embargo, ayuda a nutrir la piel de la parte interna de la planta y envía delgadas ramas distales, las ramas digitales del nervio plantar interno y de los dedos. Estas ramas se unen a las ramas metatarsianas del arco plantar, pero contribuyen poco a la circulación de los dedos.

La arteria plantar lateral acompañan al nervio del mismo nombre, que recorre lateralmente y hacia delante, en primer lugar, en la profundidad del m. abductor del primer dedo y luego en la profundidad del m. flexor corto de los dedos. Emite una rama a la cara lateral del quinto dedo, y puede dar una rama que une las arterias metatarsales entre esta y el cuarto dedo y luego forma un arco medial cruzando el pie, con el ramo profundo del nervio plantar lateral.

El arco plantar se completa en la cara interna del pie con la arteria plantar profunda, una rama de la arteria pedia que alcanza la superficie plantar pasando entre las dos cabezas del primer m. interóseo dorsal

Anatomía del espolón calcáneo

El espolón del calcáneo está formado por hueso lamelar maduro (Figura 12), con evidencia de degeneración y proliferación fibro-cartilaginosa, a lo largo de uno o más centros de osificación, desmal o endocondral, en su superficie [192]. Los espolones de mayor tamaño muestran un mayor engrosamiento cortical [192].

Hay que considerar que algunas partes del espolón pueden estar cubiertas por tejido conectivo, ricamente innervado y vascularizado [2][192][210]. El tejido fibrocartilaginosa siempre está presente, en la porción inferior en el 38%, en el vértice distal y cara inferior, en el 30%, y en la cara inferior, vértice distal y cara superior en el 32% de los casos [210].

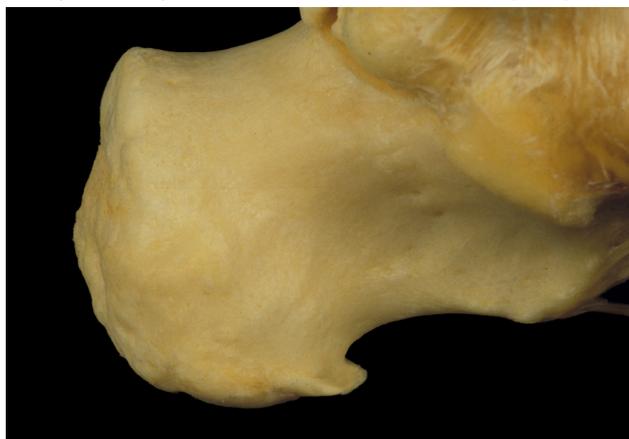


Figura 12. Imagen osteológica de un espolón del calcáneo

El espolón del calcáneo es un crecimiento óseo de la tuberosidad del calcáneo, como un

osteofito (Figura 13). Aparece en las apófisis anterior e interna de la tuberosidad del calcáneo, pero no hay una definición clara en la bibliografía [2][57][108][181]. Algunos autores [2][192][281] lo definen como una gran proyección de 1 o 2 mm, mientras que otros precisan de técnicas de microscopía e histología para evaluarlo.

El espolón del calcáneo no es propio del desarrollo del calcáneo [300]; es una osificación adquirida. Sin embargo, hay muchas teorías, la más defendible es que el espolón del calcáneo se produce por una sollicitación continua con una tensión excesiva de la fascia plantar o de los músculos intrínsecos en el punto de su inserción en el calcáneo, con una inflamación asociada que desencadena la osificación del tendón o de las fibras de inserción [2][96][107][232][281][282]. Las osificaciones o calcificaciones, como el espolón del calcáneo, representan el intento de contrarrestar las sollicitaciones a flexión más que el resultado de una tracción excesiva.

La formación del espolón también se puede explicar como una adaptación a las tensiones mecánicas para reducir el riesgo de fracaso en la inserción calcánea de la fascia plantar o para proteger el calcáneo frente a las microfracturas [192].



Figura 13. Imagen radiográfica de un espolón de calcáneo

La apariencia anatómica es variable, pero se pueden clasificar, como sencillo o irregular [232][308]. El espolón sencillo es una estructura triangular que termina en una punta afilada [96][232]. Tienen una cortical ligeramente esclerótica y trabéculas bien desarrolladas [308]. En contraste, los espolones irregulares tienen los bordes mal definidos y la trabeculación es poco clara [308] (Figura 14).

La inflamación es un hecho fundamental en la formación del espolón, que puede ser secundario a una lesión por fatiga o por el proceso natural de la evolución de la fascitis [2]. El proceso inflamatorio alrededor de la inserción de la fascia plantar forma un espolón irregular [96].

Sin embargo, los procesos inflamatorios aparecen solo en el 8% de los casos con espolón y el estudio en cadáveres y en biopsias quirúrgicas no revelan una inflamación concurrente [2]. Otro trabajo, basado en la RM, encontró edema en la entesis de la fascia plantar, sugestivo de fascitis plantar, en aproximadamente el 50% de los casos de espolón [314]. El espolón no guarda ninguna

relación con la aponeurosis plantar y sirve de inserción para el m. cuadrado plantar [75].

El espolón del calcáneo se puede asociar con cada uno de los músculos de la primera capa (*m. abductor hallucis*, *m. flexor digitorum brevis* y *m. abductor digiti minimi*) [107][210]. La segunda capa está formada por el *m. quadratus plantae* que se inserta más profundo con relación al espolón [107], aunque para otros, el espolón sale de un músculo que de la fascia plantar [181]. El *m. flexor digitorum brevis* se inserta en la apófisis interna de la tuberosidad del calcáneo o en el vértice del espolón del calcáneo si está presente, por delante y por encima de la inserción de la fascia plantar [107], concretamente en el periostio, a lo largo del espolón del calcáneo con la fascia plantar en el 22% de los casos en la cara inferior de la porción distal del espolón en el 14% de los casos o en la cara superior (8%) los casos restantes [210]. Otros autores señalan que el espolón se relaciona con la inserción calcánea del ligamento plantar.



Figura 14. Imagen radiográfica de espolón de calcáneo: a) espolón irregular, b) espolón sencillo

El espolón está orientado a lo largo del eje de la fascia plantar y del *m. flexor digitorum brevis* en el 50% de los casos [2].

El *m. abductor digitorum minimi* también se puede insertar directamente en el espolón del calcáneo, aunque no ocupa tanta extensión como el *m. flexor digiti minimi*; el espolón del calcáneo está alineado con el *m. abductor digitorum minimi* entre el 20% y el 50% de las ocasiones [2].

El *m. abductor hallucis* se origina por dentro del origen del *m. flexor digitorum brevis* y también se ha pensado que puede contribuir a la formación del espolón [107].

Rubin y Witten [308] encontraron un espolón del calcáneo en radiografías en el 27% de 461 controles sin sintomatología. Por su parte, Ahmad et al., [6] en 109 pacientes con fascitis plantar, el 23,6% no presentaron espolón de calcáneo. El espolón está presente en el 45%-85% de los pacientes con fascitis plantar; pacientes que presentan obesidad y edad avanzada, sugiriendo que ambos factores están relacionados [117][156][208][236][259][261][262][314]. También se ha visto una correlación entre el pie pronado y el desarrollo del espolón ya que el 62% de los pacientes con un espolón y el 81% con un espolón doloroso tienen un pie pronado [331]. El 30% de las radiografías laterales del calcáneo presentan un espolón sin mostrar clínica por lo que se considera como un hallazgo casual [335].

El tamaño y la forma del espolón no tiene relación con la intensidad del dolor o la limitación funcional. El espolón puede estar completamente separado o localizado en el interior de la musculatura intrínseca del pie y no causar síntomas [181][404].

Menz et al., [236] examinaron la asociación del espolón del calcáneo, el engrosamiento de la fascia plantar y la talalgia en 530 participantes (1.060 pies). El espolón y el engrosamiento de la fascia plantar se identificaron en 281 (26.5%) y 501 (47.3%) pies, respectivamente y coexistieron ambos en 217 pies (20,4%). Los espolones del calcáneo aislados fueron raros, solo en 64 casos (6%). Los participantes con talalgia tuvieron más probabilidades de tener una combinación de espolón y engrosamiento. La sensibilidad a la palpación del talón no se asoció con espolones o engrosamiento de la fascia plantar.

Beytemür y Öncü [39] evaluaron la asociación entre la incidencia del espolón calcáneo y la edad, el sexo y el lado en radiografías laterales de tobillo de 1.335 pacientes (550 (41,2%) mujeres y 758 (58,8%) hombres; edad media: 46 ± 13 años). La incidencia de espolón calcáneo plantar y espolón calcáneo posterior se detectó en 32,2% (hombres: 31%, mujeres: 34%) y 13,1% (hombres: 11%, mujeres: 16%), respectivamente. La incidencia del espolón calcáneo plantar aumentó con la edad, la mayor incidencia se detectó, un 41,8%, en pacientes con más de 70 años, mientras que no hubo asociación con el sexo y la ubicación. La incidencia del espolón calcáneo posterior aumentó con la edad y el sexo femenino, mientras que no se observó asociación significativa con la ubicación.

El dolor del talón plantar se asocia con un índice de masa corporal (IMC) alto en grupos de personas no deportistas, con una reducción de la dorsiflexión, así como una fuerza reducida en grupos musculares específicos de pie y tobillo [344].

El espolón del calcáneo y el dolor son controvertidos. Williams et al., [388] encontraron un espolón en el 50% de sus pacientes con fascitis plantar o talalgia. Dimarcangelo y Yu [91] vieron que un 38,3% de los pacientes con fascitis plantar tenían espolones del calcáneo comparado con el 13,5% que tenían atrofia de la almohadilla plantar. Ahmad et al., [6] estudiaron en 109 pacientes con fascitis plantar, la forma y el tamaño del espolón del calcáneo que clasificaron como 0: ausente, en 26 pacientes, 1: horizontal, en 66 pacientes, 2: vertical, en 4 pacientes y 3: en gancho, en 13 pacientes. El tamaño del espolón del calcáneo fue menor de 5 mm en 75 pacientes, entre 5 y 10 mm en 28 pacientes y mayor de 10 mm en 6 pacientes. Inicialmente, los pacientes con cualquier forma o tamaño para su espolón no tenían diferencias con la función y el dolor. Con el tratamiento, los pacientes con espolones horizontales y en gancho tuvieron mayor mejoría en la función y el dolor.

Etiología de la fascitis plantar

Las talalgias exigen siempre un diagnóstico diferencial pues en este cajón de sastre se incluyen numerosas patologías, algunas muy claras y otras englobadas en una nebulosa de términos poco definidos. Cuando la fascitis es bilateral hay que descartar que no esté asociada con algún problema reumático, como la artritis reumatoidea, el lupus o la gota [5]. La talalgia se debe a diversas alteraciones óseas y de las partes blandas que se pueden clasificar por la estructura anatómica en la que surgen, (1) el tendón de Aquiles, (2) la fascia plantar, (3) el calcáneo, (4) las bolsas serosas, (5) los nervios proximales del pie o (6) la almohadilla de grasa del talón [57].

La causa puede ser un microtrauma continuo y repetido sobre la inserción proximal de la aponeurosis plantar o una inflamación provocada por microtraumatismos [75], lo que explicaría el efecto beneficioso de la infiltración de corticoesteroides en algunas ocasiones.

El dolor talámico del calcáneo presenta un amplio espectro de causas y el diagnóstico diferencial incluye la fascitis plantar, la almohadilla plantar, fracturas por fatiga, entesopatías y patologías inflamatorias [354]. Otras causas de dolor en el talón son las roturas de la fascia plantar, fascitis plantar, fracturas de calcáneo, fracturas por fatiga, artritis reumatoide, artrosis, espondiloartritis anquilopoyética, síndrome de Reiter y atrofia de tejido graso [10][47][109][161][210]. Estos factores se han visto tanto en presencia como con ausencia del espolón, sugiriendo que el espolón es solo uno de un número muy amplio de factores que contribuyen al dolor del talón [181]. En los pacientes durante el crecimiento hay que considerar la necrosis avascular idiopática u osteocondrosis de Sever.

Hay factores intrínsecos y extrínsecos de riesgo que pueden contribuir a la aparición de una fascitis plantar [211] o empeorar su sintomatología y pronóstico. Entre los factores intrínsecos están la obesidad, el pie plano o cavo, un ángulo reducido de dorsiflexión del tobillo y la rigidez de los músculos de la pantorrilla [35] y mantener largos periodos de trabajo en bipedestación o actividades no sedentarias, asociadas o no con deformaciones del pie [128]. Los factores extrínsecos están relacionados con el medio, el entrenamiento, incluye la carrera sobre superficies duras, andar descalzo, un aumento repentino en la intensidad de la carrera o sus periodos y estar mucho tiempo de pie o andando [35][262].

Podemos ver como la fascitis plantar tiene una causa multifactorial y se ha visto como una reacción de sobrecarga mecánica que produce microtraumas [128]. Pero, sobre todo, se ha señalado un exceso de presión en el área plantar del calcáneo [176] que provocan un estiramiento de la fascia plantar con microrroturas y cambios en el tejido conectivo. Se inicia así un proceso inflamatorio agudo con proliferación de fibroblastos [207][377]. El impacto repetido del talón puede cronificar la lesión, degenerando y fragmentando la fascia plantar provocando una fibrosis de formación sin respuesta inflamatoria en la tuberosidad interna del calcáneo [207]. Los pacientes con un pie plano o cavo tienen mayor riesgo de desarrollar una fascitis plantar. Otros factores de riesgo son la hiperpronación, disimetrías, torsión tibial, una excesiva anteversión de la cadera [260], la rigidez o laxitud del tríceps sural, del tendón de Aquiles o de los músculos intrínsecos del pie (Tabla 2).

Tabla 2

Factores de riesgo en la fascitis plantar

- Excesiva pronación del pie (pie plano)
- Excesiva Carrera
- Arco interno elevado (pie cavo)
- Dismetría extremidades inferiores
- Obesidad (IMC>30 kg/m²)
- Bipedestación prolongada / marchas prolongadas
- Estilo de vida sedentaria
- Engrosamiento tendón de Aquiles y m. intrínseca del pie

Klein et al, [184] en un grupo de 182 pacientes con fascitis plantar y síntomas persistentes, durante más de 6 meses, no vieron diferencias en la edad, sexo o masa corporal comparado con pacientes que padecieron los síntomas durante un tiempo inferior. Sin embargo, otros [379] defienden que los pacientes con mayor tendencia a sufrir una fascitis plantar son aquellos con pie cavo, pronación excesiva, sobrepeso o que están mucho tiempo de pie, andan o corren mucho tiempo sobre superficies duras, con calzados viejos o deformados y presentan una rigidez del tendón de Aquiles. De hecho, en numerosas ocasiones, la fascitis aparece cuando se corren largas distancias con una técnica inadecuada, un calzado en mal estado o no apropiado o cuando se tiene una lordosis lumbar exagerada que aumenta la báscula pélvica hacia delante que produce un ángulo inadecuado de apoyo de talón [379].

La fascitis plantar se ha asociado con el engrosamiento del tendón de Aquiles [75] o la contractura del tríceps sural que afecta tanto a personas sedentarias como a deportistas y puede ser consecuencia de sobrepeso o del tipo de vida [327]. Un pie plano o supinado o un tendón de Aquiles engrosados reducen la capacidad de absorción de la fascia plantar [265]. El engrosamiento de la fascia ≥ 4 mm se asocia con una reacción local, aunque también se ha encontrado en el 21% de los casos asintomáticos [98].

El calzado puede ser otro factor que afecta a la fascia plantar y otras deformidades del pie y los dedos. Un tercio de las mujeres estudiadas por Chaiwanichsiri et al., [54] calzaban zapatos estrechos, con un espacio reducido para los dedos y un tacón alto.

La prevención es un tema complejo, pero dada la gran prevalencia de esta patología no hay que dejar de tratar y, sobre todo, no se puede olvidar e intentar educar a la población para evitar su aparición. El cuidado del peso es la primera medida y mantener un peso adecuado es la llave para prevenir muchas de las lesiones del pie [27][154]. También el calzado puede absorber parte de las tensiones sobre la planta del pie y ayuda a prevenir lesiones. Un zapato ajustado a la medida del pie que no desgaste el talón ni la suela por algunas zonas o partes es importante. Hay que evitar andar por superficies duras descalzo, así como evitar superficies escarpadas o por caminos de cantos rodados.

La talalgia es frecuente en corredores y militares [32][185][325] y también en personas obesas o con una disminución del rango de dorsi-flexión del tobillo, o que deben estar mucho tiempo de pie o tienen que andar sobre superficies duras [184][296][297][383].

Para Wearing et al., [379] el pie con dolor hace modificaciones antiálgicas para reducir las cargas en el retropié; también Karr et al., [172] señalaron las adaptaciones del pie bajando o elevando el arco longitudinal interno produciendo, en ambos casos, microtraumas en la fascia plantar. Según Cornwall y McPoil [71] la pronación excesiva ocurre como resultado de los cambios estructurales en los arcos del pie o para compensar otros mecanismos, como puede ser la disminución de la flexión dorsal del tobillo. Cheung et al., [60] demostraron una relación con la posición del pie equino.

Nakale et al., [248] examinaron tres grupos de pacientes divididos en 45 pacientes con fascitis plantar (grupo 1), 117 pacientes con patología de pie y tobillo que no era fascitis plantar (grupo 2) y 61 pacientes sin patología de pie y tobillo (grupo 3). Se examinaron con la prueba de Silfverskiöld [337] para determinar la rigidez del m. gemelo. De los pacientes, 101 (45,3%) tenían rigidez muscular, 36 (80%) en el grupo 1, 53 (45,3%) en el grupo 2 y 12 (19,7%) en el grupo 3. Encontraron una relación muy fuerte entre la fascitis plantar y rigidez del músculo gemelo.

Un 83% de los pacientes con fascitis plantar presentan un acortamiento de los músculos de la porción posterior de la pierna [266]. La restricción de la flexión dorsal en la articulación del

tobillo fuerza al calcáneo a una pronación excesiva, la cual aumenta la distancia entre el calcáneo y los dedos, creando una mayor tensión sobre la aponeurosis [41]. Una flexión dorsal del tobillo $\leq 0^\circ$ eleva el riesgo de fascitis plantar por 23 comparado con una flexión dorsal de al menos 10° [296].

La obesidad es una de las causas conocidas de talalgia. La prevalencia de la fascitis plantar en personas con un índice de masa corporal superior a 27 es casi cuatro veces mayor [372].

En 80 pacientes con talalgia, 16 hombres y 64 mujeres, fueron tratados inicialmente con inyecciones de corticosteroides y se dividieron según su índice de masa corporal (IMC) en 3 grupos: obesos, con sobrepeso y peso ideal. El dolor matutino fue $6,6 \pm 1,2$ en los pacientes obesos y $5,6 \pm 1,7$ y $5,9 \pm 1,7$ en los pacientes con sobrepeso y peso ideal, respectivamente. En el 57% de los pacientes obesos, se observó recurrencia de los síntomas; tasa de 12% y 5,3% en pacientes con sobrepeso y peso ideal. Las personas obesas tuvieron también mayor riesgo relativo de recurrencia de talalgia [261].

Doscientos setenta reclutas novatos tailandeses sin dolor musculoesquelético completaron la versión corta de la Escala de depresión, ansiedad y estrés y luego recibieron una evaluación inicial del ángulo de dorsiflexión del tobillo, la fuerza de la flexión plantar del tobillo y la movilidad de las extremidades inferiores evaluadas por un fisioterapeuta [135]. Tras 10 semanas de entrenamiento militar, 71 de los reclutas tailandeses desarrollaron dolor por fascitis plantar. La ansiedad y la movilidad de las extremidades inferiores fueron predictores significativos de intensidad del dolor. Las puntuaciones más altas de ansiedad y de movimiento se asociaron con la intensidad del dolor de la fascitis plantar. Sin embargo, el ángulo de dorsiflexión del tobillo inferior y la fuerza del flexor plantar del tobillo no predijeron la intensidad del dolor. Los reclutas con mayor IMC y mayor nivel de ansiedad tenían mayor riesgo de padecer fascitis plantar mientras que los reclutas con un mayor nivel de ejercicio físico, antes del entrenamiento militar, el riesgo de presentar fascitis plantar era reducido [136].

Algunos autores atribuyen a la altura del arco longitudinal interno y a la alineación del retropié la aparición de una fascitis plantar [189][193][350]. Los trabajos iniciales de Hicks [141-143] demostraron la influencia de la altura y longitud del arco longitudinal medial como posible causa de fascitis plantar. Di Caprio et al., [87] describieron el arco longitudinal elevado como el factor de riesgo determinante en el pie de los corredores con fascitis plantar, pues produce mayor rigidez de la fascia plantar e imposibilita la absorción de las fuerzas de impacto, distribuyendo mayores tensiones sobre el calcáneo [193] e interfiriendo con los movimientos [236].

Un arco interno elevado se atrofia la musculatura intrínseca del pie [57] y produce mayor tensión en el pie que se traduce por la imposibilidad de absorber los impactos durante los apoyos y lleva a la fascia plantar a una situación de tensión excesiva [189]. La pronación excesiva del pie conlleva mayores cargas en las zonas internas del calcáneo y mayores tensiones en la planta [189][193]. Lee y Hertel [204] señalan que un retropié valgo produce un pico de presiones en la parte plantar interna del talón y del mediopié en los corredores sanos. El retropié pronado asociado con un arco longitudinal bajo produce mayores cargas plantares en la región plantar interna del calcáneo [205][284][301][387]. Sin embargo, los estudios que intentaron demostrar en los corredores una relación entre la fascitis dolorosa y cambios en la morfología del pie y las distancias recorridas fracasaron [377].

En un estudio, sobre 82 pacientes no deportistas con espolón de calcáneo sintomático, Prichasuk y Sbhadrabandhu [281] vieron que tenían arcos longitudinales más bajos. En un estudio

retrospectivo, revisadas 1.000 radiografías de pacientes con talalgia, Shama et al., [331] encontraron un 81% de pronación del retropié, pero Pohl et al., [278] vieron en mujeres corredoras con historia de fascitis plantar que tenían un arco longitudinal interno más bajo y un retropié en valgo, similar a los corredores control.

Los microtraumatismos repetidos producen, durante la marcha y la carga, una tensión de las fibras de colágeno que sobrepasan la capacidad del organismo para su reparación, produciendo, en ocasiones, una fascitis plantar en la porción interna de la banda central de la fascia plantar, muy cerca de su inserción en el calcáneo [386], conduciendo a un dolor insidioso, generalmente después de largos periodos de paseo o de estar de pie. Pensamos que se tienen que dar factores asociados que desencadenan el proceso.

La carrera causa impactos repetidos y cíclicos, aproximadamente 625 impactos/km sobre el calcáneo. Para Ribeiro et al., [293] los corredores con fascitis plantar aguda e inflamación en la región calcánea, presentan un mayor grosor de la fascia plantar, provocando un tejido que no soporta las cargas en el talón de forma adecuada [204][267] y, a su vez, este tejido inadecuado hace que el talón adopte una postura antiálgica para disminuir las fuerzas de impacto contra el suelo aumentando, de esta manera, las sollicitaciones de apoyo en el antepie [293][379][380].

Sullivan et al., [344] vieron que las personas con talalgia reducen la fuerza axial, los picos de presión en el talón durante la marcha. Por otro lado, durante la carrera, los apoyos plantares continuos y grandes fuerzas de impacto en el retropié, por el valgo de talón, aumenta las sollicitaciones a tensión y produce microrroturas de la fascia plantar en su inserción en la tuberosidad interna del calcáneo [204], contribuyendo a la progresión de la fascitis plantar.

También se ha señalado como causa de talalgia la disminución de la almohadilla grasa bajo el calcáneo, una estructura fundamental y responsable de la absorción de impactos del talón contra el suelo [50]. Con la edad, se produce una degradación de la grasa plantar con una reducción gradual de colágeno y líquido que causan pérdida de elasticidad de la almohadilla. A partir de los 40 años, la grasa plantar empieza a deteriorarse con pérdida de colágeno, tejido elástico y agua que conlleva el adelgazamiento de la almohadilla [118][119][157][282].

La pérdida de elasticidad de la almohadilla adiposa del talón lleva al fallo del sistema de choque – absorción de fuerzas [293], seguido de la degeneración de la fascia plantar [176][281][282][377][380]. La elasticidad de la fascia plantar se reduce en personas con dolor [317] y la inflamación de la fascia plantar aumenta su grosor y disminuye su capacidad para soportar las presiones plantares [223].

En pacientes mayores, la histología de la almohadilla plantar muestra una atrofia fisiológica gradual con la edad [75]. Estos cambios se aceleran con las infiltraciones de corticoesteroides.

Diagnóstico de la fascitis plantar

Historia clínica

La fascitis plantar generalmente se diagnostica a partir de la historia y el examen físico, sin necesidad de otro estudio auxiliar [128]. Ocurre en ambos talones en menos de un 30% de los casos. El talón izquierdo se afecta más que el derecho. El talón contrario puede aparecer los mismos síntomas por un proceso de compensación o por una enfermedad sistémica de origen reumático y los síntomas pueden persistir algunas semanas, aunque también durante meses.

El paciente presenta dolor antero-medial en el talón, generalmente en la inserción de la aponeurosis plantar en el calcáneo. El dolor se agudiza al comenzar la marcha por la mañana o después de estar en reposo, inicialmente intenso que va disminuyendo con el movimiento y que vuelve después de un periodo de carga o caminar [211][240][273].

Por la noche, durante el descanso, el pie se coloca en flexión plantar y cuando se levanta por la mañana se hace una dorsiflexión para andar. La aponeurosis está contraída en la cama y se estira cuando se comienza a andar lo que puede ser la causa del dolor matutino [75]. De hecho, este síntoma se conoce como “el dolor del primer apoyo” [147][240][366] que se atenúa progresivamente después de los primeros pasos y produce alteraciones en la marcha [231]. Al final del día puede ser, de nuevo, más intenso y se alivia con el reposo. Cuando el dolor es fuerte el paciente es incapaz de apoyar el pie en el suelo [50].

El dolor se localiza de manera insidiosa en la cara interna del calcáneo. La fascitis plantar se produce en la mayoría de las ocasiones en la inserción proximal del calcáneo [167]. Más raro es su aparición inicial con un dolor intenso y de manera abrupta que podría producirse en caso de avulsión traumática de la fascia plantar en su inserción en la tuberosidad del calcáneo. Las infiltraciones con corticoides pueden favorecer estar avulsiones [3][50][163].

El edema es ligero y, en ocasiones, se acompaña de eritema. Yi et al., [393] encontraron que solo un 1,6% de los pacientes con fascitis tenían una rotura de la fascia.

En los casos agudos, la fascitis plantar se caracteriza por signos de inflamación que incluyen el dolor, la tumefacción y la pérdida de función. En condiciones crónicas no hay inflamación [53] y el tejido se caracteriza por la infiltración de macrófagos, linfocitos y células plasmáticas; destrucción del tejido e intentos de reparación con una vascularización inmadura y fibrosis [53]. La fascia normal es reemplazada por un tejido hiperplásico angiofibroblástico que se distribuye por el tejido sano vecino produciendo una degeneración cada vez mayor [53].

La edad produce cambios en la fascia plantar, con pérdida de colágeno y agua de la almohadilla plantar [393]. La edad más frecuente se sitúa entre 40 y 60 años; entre los pacientes por debajo de 40 años, el 42,9% eran obesos o tenían trabajos de servicio [53][250][296].

Los pacientes, en ocasiones, caminan en equino para evitar apoyar sobre el talón afectado [121].

Los corredores con fascitis plantar muestran diferentes patrones de apoyo plantar durante la carrera, en la fase aguda presentan menor apoyo en el retropié [293] y adaptan su marcha para reducir el impacto en el talón [380]. Ribeiro et al., [293] señalan que los corredores con una fascitis plantar crónica muestran mayores cargas plantares que en la fase aguda.

Es importante tener claro el diagnóstico y hacer un buen diagnóstico diferencial (Tabla 3).

Exploración física

La palpación del pie presenta una sensación dolorosa limitada en la zona interna de la tuberosidad del calcáneo y la palpación en la región plantar calcánea interna produce dolor [121][171][354]. Para el diagnóstico ayuda reproducir el dolor palpando el tubérculo interno [43]. Pero el dolor también se puede originar en la porción central de la fascia plantar o incluso ser más profundo, señal de una inflamación del nervio del m. abductor del 5º dedo [50]. Se debe explorar el túnel del tarso para investigar un signo de Tinel o un proceso inflamatorio que afecte a los nervios tibial, plantar lateral o medial y calcáneo [50].

La flexión pasiva del tobillo y del primer dedo del pie puede causar molestias en la fascia proximal [121].

La prueba de Silverskjöld [337] es de ayuda para determinar la presencia de una musculatura de la pantorrilla corta.

La electromiografía (EMG) puede ayudar cuando se sospecha de una causa neurogénica como puede ser un atrapamiento de la raíz S1, un síndrome de túnel del tarso o el atrapamiento del nervio plantar lateral [75].

Diagnostico por la imagen

Aunque el diagnóstico se puede efectuar por la clínica y la exploración física, la imagen es el diagnóstico básico de la fascitis plantar. La radiografía del pie y del tobillo en carga, A-P, lateral, y una proyección axial del calcáneo dan mucha información sobre las estructuras óseas y el estado biomecánico del pie y del tobillo y permite visualizar la presencia de un espolón o de calcificaciones en la porción medial del calcáneo. La ecografía y la resonancia magnética deben considerarse como modalidades de primera y segunda línea para la evaluación de los trastornos de la fascitis plantar [62].

La ecografía es una técnica barata y rápida para analizar las partes blandas de la planta del pie; la sospecha de fascitis es el engrosamiento de la fascia proximal, mayor de 4 mm, con áreas de hipoeogenicidad [171][233][262].

Las características ecográficas de la fascitis plantar incluyen el engrosamiento de la fascia, pérdida de la estructura fibrilar, colecciones perifasciales, calcificaciones e hiperemia en las imágenes Doppler (Figura 15).

El engrosamiento y los cambios de señal en la fascia, así como el edema de los tejidos blandos adyacentes y la médula ósea se pueden evaluar en la resonancia magnética. Los hallazgos radiográficos de la fascitis plantar presentan engrosamiento de la fascia, irregularidades corticales y anomalías en la almohadilla de grasa ubicada muy por debajo de la fascia plantar. La fibromatosis plantar aparece como engrosamientos nodulares bien delimitados que son iso-hipoecoicos en la ecografía y muestran baja intensidad de señal en la RM [62] (Figura 16).

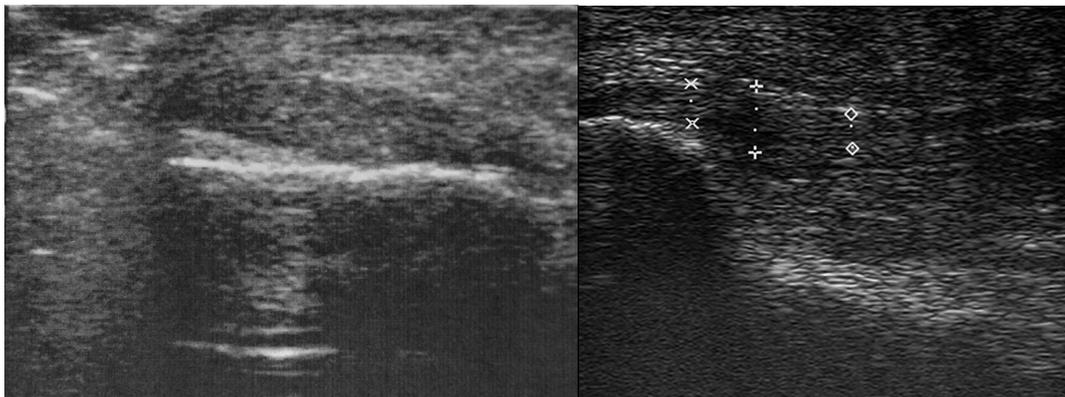


Figura 15. Imagen ecográfica y mediciones en la fascitis plantar

La RM es la mejor prueba de imagen para evaluar el dolor en el talón [57], de utilidad en las fascitis recalcitrantes [171][233] y permite observar un engrosamiento de la fascia proximal con aumento de la señal T2, además delimita el grado de degeneración del tendón de Aquiles e identifica roturas del tendón. La RM no entra en la rutina diagnóstica de la fascitis plantar, pero puede identificar lesiones de las partes blandas, tumores o quistes [173], edema medular asociado con una infección o una fractura oculta [54].

La gammagrafía con tecnecio es positiva en la fascitis plantar y puede mostrar un área de mayor captación en presencia de una fractura oculta [75] y muestra mayor área de captación en la zona de mayor inflamación en el talón. La gammagrafía de muestra actividad difusa en la zona del calcáneo como también se puede ver en la enfermedad de Reiter, presenta una captación localizada, consecuencia de una fractura por fatiga.

El criterio para diagnosticar una fascitis es el grosor de la aponeurosis plantar [113][131][244] y se considera fascitis cuando el grosor de la aponeurosis supera los 4 mm, la ecogenicidad está disminuida o se observan ambos fenómenos a la vez [312]. La diferencia de más de 1 mm de grosor entre la aponeurosis sintomática con la aponeurosis contralateral sana, en un mismo paciente, es considerado como un valor patognomónico de fascitis plantar [168].

Moustafa et al., [244] evaluaron la respuesta de la fascia plantar, con ecografía, en pacientes sometidos a un tratamiento con dexametasona aplicada con dos modalidades diferentes y vieron que el engrosamiento de la fascia en la fascitis es un dato consistente y constante. Kane et al., [168] encontraron una correlación altamente significativa entre el diagnóstico clínico de la fascitis plantar utilizando el EVA y la escala HTI (Heel Tenderness Index) y el grosor de la aponeurosis medido con ecografía.

Se ha resaltado la hipoecogenicidad como una señal del edema perifascial de las partes blandas y la distensión por los líquidos durante la fase inflamatoria, secundaria a la degeneración o a microtraumatismos repetidos [100]. Genc et al., [113] encontraron hipoecogenicidad en 34 pies (73%), de 47 pies examinados, mientras que Ozdemir et al., [261] la vieron en 16 pies (41%), de 41 pies, estas diferencias pueden ser debidas a la inflamación y al líquido almacenado.

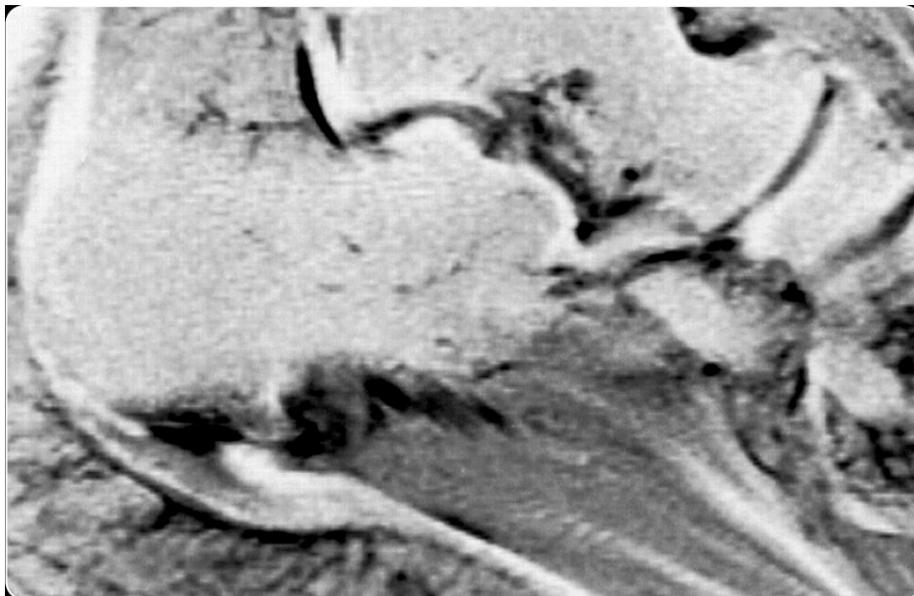


Figura 16. RM de un espolón de calcáneo e inserción de la fascia, en un plano más plantar, sin guardar relación con el espolón

En un estudio retrospectivo, Levy et al., [208] vieron que el 17,2% de las radiografías de los pacientes con fascitis plantar no presentaron anomalías. El espolón del calcáneo estuvo presente en el 59,5% de los casos y un 46,5% de los pacientes presentaron un osteofito en la inserción del tendón de Aquiles. Por eso Schneider et al., [326] señalan que radiografías deben solicitarse únicamente en presencia de dolor y cuando no ha respondido al tratamiento.

Diagnóstico diferencial

El 80% de los pacientes con dolor en el talón padecen una fascitis plantar, pero hay también, aunque más raras, otros posibles diagnósticos como hemos visto por las etiologías. La espondilitis anquilopoyética, el síndrome de Reiter y la artrosis pueden repetir los mismos síntomas que la fascitis plantar. Cuando la sintomatología es bilateral hay que pensar en la artritis reumatoide, más frecuente en mujeres. En los hombres, sin embargo, se debe pensar primero en la espondilitis anquilopoyética o en el síndrome de Reiter. Un absceso en las partes blandas es más frecuente en pacientes con diabetes mellitus avanzada. También se debe pensar en un posible atrapamiento del primer ramo del nervio plantar externo o del nervio calcáneo medial, en una radiculopatía S1 o en una fractura oculta [75] (Tabla 2).

El diagnóstico diferencial, se debe hacer con la tendinitis del tendón del *m. flexor longus hallucis* y el pinzamiento posterior de la articulación del tobillo [252]. Vamos a repasar algunas de las patologías más frecuentes. Ya hemos visto el espolón de calcáneo como posible de causa de la fascitis plantar.

Enfermedad de Sever o apofisitis del calcáneo o enfermedad de Haglund.

La apofisitis del calcáneo, también llamada osteocondrosis del calcáneo, enfermedad de Server, enfermedad de Haglund-Sever, epífisitis del calcáneo, fue descrita por Haglund, en 1902, y posteriormente por Sever, 1912, [83] caracterizada por la aparición de dolor en uno de los dos talones, sobre todo después de realizar esfuerzos, que se acompaña o no de la claudicación en la marcha y que afecta a niños entre seis y quince años. Es una osteonecrosis avascular idiopática u osteocondrosis de la epífisis posterior del calcáneo que se resuelve una vez el hueso ha terminado su crecimiento. Es la etiología más frecuente de dolor en el talón en niños y adolescentes, ocurre entre los 5 y los 11 años [5]. Puede dejar deformidades en el adulto como un “surco”, una depresión o una exostosis por fuera del tendón de Aquiles que causa problemas con las adolescentes al calzar zapatos de moda, no anatómicos. Las partes blandas peritendinosas están irritadas cuando rozan con el calzado que conduce, a menudo, a una bursitis dolorosa e inflamación de la zona del talón.

Tendinopatía del Aquiles

El tendón del Aquiles, inserción de los músculos gemelos y del m. sóleo, en el calcáneo, sufre procesos inflamatorios y degenerativos. De aquí la confusión terminológica de tendonitis, tenosinovitis, peritendinitis, paratenosis (patología aguda), tendinosis (patología crónica), entesitis y aquilodinia [148]. La fase aguda de una tendinopatía del Aquiles es secundaria a una sobreutilización o a un traumatismo. Suele ser consecuencia de un sobreesfuerzo del miembro inferior [9], por lo que es también muy frecuente en los corredores.

Anatómicamente, la inserción del tendón de Aquiles está poco vascularizada y los vasos le llegan a través de la membrana que lo envuelve. Esta falta de vascularización puede llevar a una degradación de las fibras de colágeno [247]. La rigidez, falta de elasticidad, del m. tríceps sural está relacionada con la tendinitis del Aquiles. La tendinosis es un daño a nivel celular que se produce por microrroturas continuas en y alrededor del tendón que aumenta el número de fibroblastos produciendo un tejido incapaz de responder a las demandas que se le solicitan.

En cinco de 27 pacientes con tendinitis de Aquiles tenían, en la RM, una fascia con un grosor superior a 4 mm; cosa que no ocurrió en los pacientes control [188][371]. Warren [377] demostró

una relación positiva entre las sollicitaciones del tendón de Aquiles y la tensión de la fascia plantar. Carlson et al., [51] observaron que un estiramiento excesivo y el grosor del tendón de Aquiles eran factores de riesgo de la fascitis plantar. Finalmente, Bolivar et al., [42] identificaron el mayor grosor de los músculos posteriores de la pierna en pacientes con fascitis plantar y sugirieron protocolos de estiramiento de la musculatura de la pantorrilla y de los músculos isquiotibiales para el tratamiento de la fascitis plantar.

Neuritis del talón o neuralgia de Baxter

Se puede producir una inflamación en la inserción de la fascia plantar y en el tubérculo interno del calcáneo que afecta a diferentes estructuras, como son el n. medial del calcáneo y el n del m. abductor del 5º dedo [31] o al n. tibial posterior [50]. Una de las causas más comunes de talalgia crónica es el atrapamiento de la primera rama del n. plantar lateral, conocida como neuropatía de Baxter [31][292] que produce un 20% de las talalgias internas [32][86][264][283].

El nervio calcáneo inferior, una rama del nervio plantar lateral, puede ser comprimido por el espolón cuando pasa entre los músculos intrínsecos del pie y la tuberosidad del calcáneo para inervar al *m. abductor digiti minimi* [65][86][107]. En el atrapamiento o compresión de la primera rama del nervio plantar lateral el dolor se irradia hacia proximal y distal, a lo largo del pie, siguiendo el recorrido del nervio [50].

La neuropatía de Baxter produce una atrofia del *m. abductor digiti minimi* y talalgia [218] que se relaciona con la presencia del espolón del calcáneo [65]. La ramificación del nervio calcáneo inferior emite un ramo calcáneo que inerva a la tuberosidad del calcáneo y esto podría ser susceptible de compresión del espolón del calcáneo y producir dolor [218][304].

Bursitis del talón

Es una inflamación de la bursa del talón que puede aparecer por caídas embarazosas o por andar sobre superficies duras o por la misma presión del calzado [5].

Tratamiento

Tratamiento conservador

Tras un diagnóstico claro y concluyente, se debe comenzar con el tratamiento conservador, incluyendo estiramientos del pie y del m. tríceps sural y mm. isquio-tibiales y una batería de posibilidades asociadas como son las plantillas, férulas nocturnas, electroterapia, AINES e infiltraciones locales de corticosteroides y las ondas de choque (Tabla 4) (Tabla 5).

El tratamiento conservador tiene un efecto beneficioso en el 95% de los pacientes, a los 6 meses [18][43][199][286] y es suficiente para resolver el problema en la mayoría de los pacientes, con resultados buenos y excelentes; en series clásicas, entre el 73% y el 89% [78][390] (Tabla 4) (Tabla 5). Las estrategias aplicadas en los Países Bajos, en atención primaria, fueron la espera en el 18% de los casos, AINEs en el 19,9%, derivación al podólogo 19,7% y ortesis 16,4% [291].

En una población australiana [279], durante catorce años, se efectuaron 2.622 diagnósticos de fascitis plantar, siendo más frecuente en las mujeres, con un pico de edad entre los 45 y los 64 años. Por cada 100 diagnósticos de fascitis plantar 45,3 recibieron tratamiento médico, de los cuales el 64% fueron AINES; 17% corticoesteroides sistémicos; 6% otros analgésicos y 6% opiáceos. El 37,3% recibieron tratamiento médico, el 27% terapia física o infiltraciones locales; el 16,1% fisioterapia y el 3,1% tratamientos quirúrgicos.

El tratamiento conservador debe enfocarse a reducir la inflamación, con un periodo inicial de reposo y AINES durante cuatro a seis semanas. No se puede olvidar un programa personalizado en casa para estirar la fascia plantar y contracturas excéntricas del tendón de Aquiles [50][126]. Una fascitis plantar se puede resolver en el 90% de los pacientes antes de los 6 meses [128] y la cirugía debe ser el último recurso [360], pero un 10% de los pies con fascitis plantar desarrollan un dolor rebelde y persistente [260] que precisa de tratamientos más agresivos.

Tabla 2

Diagnóstico diferencial de la talalgia [121][327][354][362]

Tipo	Diagnóstico	Hallazgos
Neurológico	Síndrome túnel tarsiano	Sensación de quemazón que empeora con la dorsi-flexión. Parestesia en la planta del pie
	Neuropatías	Parestesia región plantar Diabética, alcohol, ...
	Atrapamiento nervio m abductor 5º dedo	Dolor y quemazón en región plantar interna
	Neuritis de Baxter	Quemazón porción interna talón
	Atrapamiento nervio calcáneo interno Neuropatías	Quemazón cara infero-medial calcáneo Diabetes mellitus, alcoholismo, deficiencia vitamínica
Esquelético	Fractura calcáneo	Tras apoyo en superficie dura
	Fractura por fatiga del calcáneo	Dolor moderado tras apoyo continuo. Frecuente en deportistas
	Enfermedad de Sever (Apofisitis calcáneo)	En niños y adolescentes, al final crecimiento
	Artritis sistémicas	Asociados otros dolores articulares y bilaterales
Partes blandas	Tumor calcáneo	Dolor profundo y en reposo, nocturno
	Atrofia almohadilla plantar	Más frecuente en pacientes de edad
	Contusión almohadilla plantar	Asociado con caídas sobre el talón en superficies duras. Dolor talón central
	Tendinitis del Aquiles	Dolor tendón e inflamación. Dolor posterior tobillo a nivel maléolo interno.
	Bursitis retrocalcánea	Dolor e inflamación en la bursa retrocalcánea
	Tendinitis tibial posterior	Dolor a lo largo del tendón y en su inserción en el arco del medio pie. Dolor contra resistencia a la inversión del pie.
	Rotura fascia plantar	Dolor súbito talón y equimosis
Tenosinovitis tendón flexor largo 1er dedo	Dolor contra resistencia a la flexión del dedo	
Fibroma plantar	Nódulo en la superficie plantar de la porción media	

PLANTEAMIENTO DEL TRATAMIENTO EN PACIENTES CON FASCITIS PLANTAR

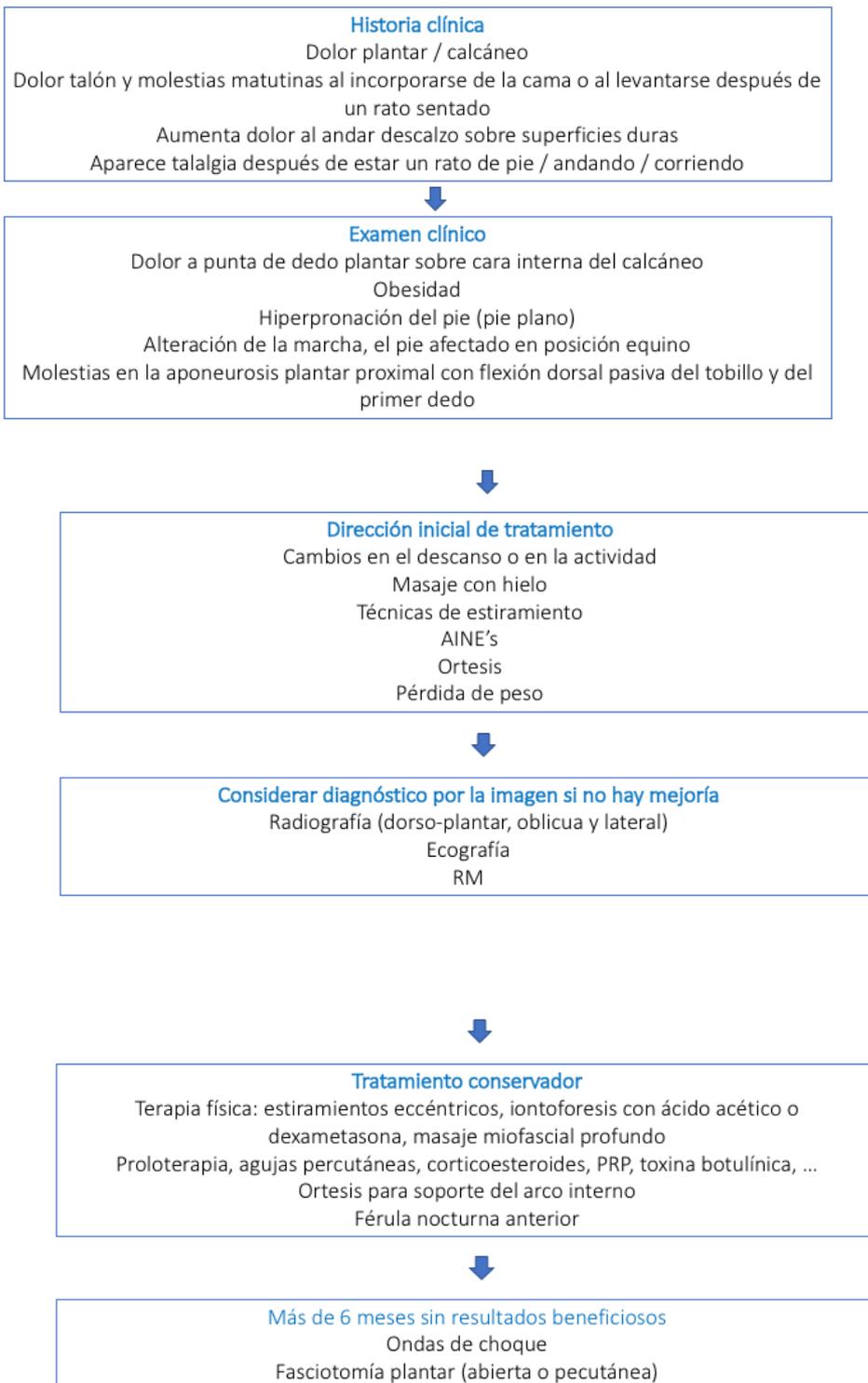


Figura . Recorrido de la valoración y tratamiento de un paciente con fascitis plantar [121]

Wolgin et al., [390] resolvieron con buenos resultados el 82% de las talalgias con el tratamiento conservador, mientras que el 15% seguía presentando molestias a los 47 meses, pero sin provocar incapacidad funcional; solo un 3% de sus pacientes se vieron mermados en sus actividades.

Los tratamientos conservadores tienen limitaciones pues no pueden corregir la postura del pie o redistribuir las presiones plantares en cada uno de los pacientes [265].

Hansen et al., [133] siguieron a 174 pacientes (91 mujeres, 83 hombres) diagnosticados con fascitis plantar, con un seguimiento medio de 10 años. El 54% de los pacientes estaban asintomáticos. El riesgo de tener una recurrencia de la fascitis plantar fue del 80,5% después de 1 año, 50% después de 5 años, 45,6% después de 10 años y 44% después de 15 años desde el inicio de los síntomas. El riesgo fue significativamente mayor para las mujeres y en pacientes con dolor bilateral. El grosor de la fascia disminuyó significativamente en los grupos asintomáticos y sintomáticos de 6,9 mm y 6,7 mm, respectivamente, a 4,3 mm en ambos grupos.

Tabla 4

Algoritmo de tratamiento [327]

Tratamiento inicial: dirigido por el paciente	Si no hay mejoría a las 6 – 8 semanas Tratamiento secundario: dirigido por el médico	Si no hay mejoría a las 6 – 8 semanas Tratamiento terciario: dirigido por el cirujano
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Reposo relativo y modificación de la actividad ▪ Técnicas de estiramiento ▪ Masaje ▪ Hielo ▪ AINES ▪ Ortesis de apoyo del arco ▪ Perder peso 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Fisioterapia: estiramientos eccéntricos ▪ Masaje, iontoforesis ▪ Inyección cortico-esteroides o dextrosa ▪ Toxina botulínica ▪ Férula de descanso nocturna 	

El grosor de la fascia y la presencia de un espolón calcáneo al inicio del estudio no tuvieron impacto en el pronóstico. En el seguimiento, el grosor de la fascia y la ecogenicidad se habían normalizado solo en el 24% del grupo asintomático. El grosor medio de la almohadilla adiposa fue de 9 mm en los pacientes que recibieron una inyección de corticosteroides y 9,4 mm en los que no recibieron la inyección.

Se recomienda una vuelta a la actividad normal cuando el paciente es asintomático durante 4-6 semanas y no presenta signos inflamatorios en la aponeurosis plantar [211].

Cambio de estilo de vida

Cuidar el calzado, el esfuerzo, los entrenamientos, procurar no estar muchas horas de pie, son aspectos que siempre ayudan a evitar sollicitaciones en la planta del pie y a tensar la aponeurosis plantar.

Analgesia

La recomendación de tomar AINES en las fases iniciales consigue una mejoría de los síntomas, pero no suelen resolver definitivamente el problema. De hecho, no se han encontrado diferencias sintomáticas entre un grupo siguiendo un tratamiento con AINES y otro grupo control con placebo [93], si bien cuando se combina con otro tipo de tratamientos, los AINES o analgésicos básicos, como el paracetamol, pueden ayudar a eliminar el dolor y a realizar ejercicios con mayor intensidad [23].

Estiramiento de la planta del pie y masaje con hielo

Son muchas las recomendaciones de efectuar estiramientos de los músculos de la pantorrilla y de la aponeurosis plantar por medio de ejercicios específicos, ejercicios excéntricos o entrenamiento de la articulación del tobillo y pérdida de peso [289] para solucionar la fascitis plantar. Hay consenso en las publicaciones que los mejores resultados, con un largo tiempo de evolución, se consiguen con los programas de estiramiento [327].

El estiramiento es sencillo y está recomendado se haga el tratamiento que se hagan los estiramientos de la aponeurosis plantar y de la musculatura posterior de la pierna. DiGiovanni et al., [89] en un programa de ocho semanas, administrando AINES en las tres primeras semanas, vieron mejores resultados en el grupo donde solo se habían efectuado estiramientos de la aponeurosis plantar que en el grupo con estiramiento de la musculatura de la pantorrilla. A los dos años en la encuesta el 94% dijeron estar libres de dolor y el 92% se mostraron satisfechos o muy satisfechos, sin encontrar diferencias entre los dos grupos [90]. Engkananuwat et al., [99] consiguieron un 56% de resultados sin dolor con un programa de 4 semanas combinando estiramiento de la aponeurosis plantar y de los músculos posteriores de la pierna.

Ultrasonidos

Los ultrasonidos tienen un efecto analgésico [7][190][367], sin embargo, un estudio aleatorizado control con placebo a doble ciego [174] mostró que añadiendo un programa de estiramiento a los ultrasonidos no tiene un efecto positivo sobre la reducción del dolor o la función, por lo que lo que no consideran necesario incluirlos en ningún protocolo de tratamiento [126].

Cleland et al., [66] en 60 participantes asignados para recibir electrofisioterapia y ejercicios de estiramiento o 6 sesiones de fisioterapia durante 4 semanas, vieron una mejoría significativa del dolor en los pacientes tratados con fisioterapia, pero, de nuevo, las diferencias desaparecieron a los 6 meses. Los estiramientos de la fascia plantar y de los músculos intrínsecos del pie reducen la fascitis plantar [155].

Radioterapia

El mecanismo de acción no se comprende, podría ser por un efecto antiinflamatorio, liberación de citoquinas, modulación local del pH y mejora en la perfusión en los tejidos [213]. Algunos estudios han confirmado la reducción del dolor entre el 60-90% de los pacientes [20][144][245][329]. Si se requiere se pueden repetir las sesiones. Después del segundo ciclo, el 75% de los pacientes habían mejorado de todos sus síntomas [129]. Con un seguimiento de tres meses en un ensayo clínico aleatorizado, con 128 pacientes, encontraron una mejoría significativa en el grupo tratado con radioterapia comparado con el grupo infiltrado con corticoesteroides [49].

Ortesis y férulas nocturnas

En el 80% de los pacientes los síntomas desaparecen en menos de un año [78][198][203][228][390]. Según Davis et al., [78] el 89,5% de sus pacientes resolvieron sus síntomas en menos de 11 meses; Wolgin et al., [390] llegaron a la misma conclusión, pero descubrieron que aquellos pacientes que tardaron más en comenzar su tratamiento tuvieron peor resultado.

Las plantillas, prefabricadas o personalizadas, deben ofrecer un soporte al arco longitudinal del pie y una zona de apoyo en el talón. Las plantillas deben fabricarse con materiales blandos y ser utilizadas diariamente durante varios meses [50]. Lewis et al., [209] concluyen que los pacientes con una fascitis aguda pueden ser tratados de formas diferentes obteniendo buenos resultados, aunque se apoyan con las ortesis prefabricadas y la infiltración de corticoesteroides. Las ortesis tienen como objetivo reducir la deformación de la fascia [186] y aunque se han estudiado diferentes posibilidades sobre el cadáver [182][183], la eficacia clínica es muy variable.

Las revisiones sobre la efectividad de las ortesis en el tratamiento de la fascitis plantar ha demostrado ser pobre [194][195] pues no consiguen redirigir las sollicitaciones sobre la planta del pie. Sin embargo, Chia et al., [61] demostraron que las ortesis bien adaptadas al paciente son efectivas reduciendo el pico de presiones en el talón. Hay que considerar que las taloneras, para evitar el apoyo del espolón del calcáneo, pueden aumentar las presiones en otros puntos de la planta haciéndolos dolorosos.

Las férulas nocturnas previenen la contractura muscular manteniendo el pie y el tobillo en una posición de 90° y evitando la flexión plantar del tobillo por la noche y son capaces de reducir las molestias de la fascitis plantar [121], aunque son incómodas y causan molestias durante el sueño por lo que no se han prodigado [121][203][305]. Las férulas anteriores se toleran mucho mejor que las posteriores [305].

En un estudio clínico aleatorizado con tres brazos, Roos et al., [305] analizaron los pacientes con fascitis plantar tratados con plantillas personalizadas o con férula nocturna o con ambos sistemas, viendo que unas y otras son efectivas para eliminar el dolor y mejorar la función. En otro estudio, Landorf et al., [195] asignaron de forma aleatoria a 136 pacientes afectados por una fascitis plantar con plantillas prefabricadas, plantillas personalizadas o una ortesis placebo. A los tres meses vieron que las plantillas mejoraban la función comparada con el placebo, pero no tenían ningún efecto sobre el dolor. Badlissi et al., [22] en otro estudio, sobre 142 pacientes, compararon las plantillas prefabricadas con las personalizadas viendo que ambas eran muy parecidas en la mejora de la función y en la eliminación del dolor.

Dimou et al., [92] compararon la mejoría de los síntomas con plantillas prefabricadas durante 8 semanas o nueve sesiones de fisioterapia, en 20 pacientes. Aunque los dos grupos presentaron una diferencia del dolor esta reducción fue mayor con las plantillas prefabricadas.

La actividad debe reducirse durante el periodo de tratamiento ya que las personas que deben estar de pie durante 8 horas o más obtienen peores resultados [358].

Un estudio de la Cochrane Review señala que las ortesis personalizadas no reducen más el dolor en el pie que las ortesis prefabricadas o las férulas nocturnas y que ninguno de estos instrumentos mejora un buen programa de estiramiento [74].

Tabla 5

Fascitis plantar: algoritmo de exploración y tratamiento [354]

Historia y anamnesis	Examen físico	Tratamiento inicial: paciente	Diagnóstico por la imagen si no hay mejoría
Dolor plantar o talalgia	Palpación: dolor plantar region calcánea interna	Reposo y cambios actividad	Radiografía (A-P, oblicua y lateral)
Dolor talón al levantarse por la mañana o después de estar sentado tiempo	Obesidad	Masaje y hielo	Ecografía
Andar descalzo sobre superficies duras	Pie plano	Estiramiento	RM
Talalgia tras andar, correr o estar de pie	Marcha anormal con el pie afectado en equino Molestias fascia plantar proximal a la dorsi-flexión pasiva del tobillo y primer dedo	AINES o analgésicos Ortesis Pérdida de peso Tratamiento Fisioterapia Proloterapia (corticoides, sangre, PRP, toxina botulínica...) Ortesis Férula nocturna Seis o más meses de tratamiento conservador inefectivo Ondas de choque (?) Quirúrgico	

Ondas de choque

Las ondas de choque podrían actuar efectuando microrroturas de la aponeurosis engrosada, provocando una respuesta inflamatoria, revascularización y reclutamiento de factores de crecimiento y, con ello, una respuesta reparadora [255]. El resultado obtenido es muy similar al resultado con la infiltración de corticoides, pero parece que la sintomatología desaparece durante más tiempo [391].

Las ondas de choque han demostrado resultados muy variados, con buenos resultados entre el 56% y el 94% según los estudios [11][58][132][138][170][188][253][255][263][272][285][302][303][342][376] [392], aunque según Buchbinder et al., [45] no han demostrado ninguna efectividad. La indicación es cuando persiste el dolor crónico o con duración superior a 6 meses y un fracaso de la fisioterapia, AINES o infiltración con corticoesteroides, como un último intento antes de la cirugía.

Las ondas de choque tienen la ventaja de no ser un tratamiento agresivo, pero tienen el inconveniente de ser un procedimiento doloroso, durante un tiempo, que produce inflamación local, equimosis y entumecimiento con disestesias [302][303].

Las ondas de choque se deberían reservar para las fases finales, cuando no hay respuesta a otros tratamientos conservadores y son candidatos a la cirugía [131][132][376]. Un ensayo a doble ciego aleatorizado y controlado demostró que las ondas de choque radiales tenían mejores resultados que el placebo [114]. Aunque Landorf y Menz [195] cuestionan estos resultados pues las revisiones de mejor calidad no los favorecen, aunque si lo hacen las revisiones con menos nivel de evidencia.

Los efectos adversos descritos van desde el enrojecimiento de la piel, dolor o inflamación local. Menos frecuente son mareos y náuseas, alteraciones del sueño, hematoma y caída del cabello. Más interesante es el resultado de un ensayo clínico que presentó dos casos (1,7%) con fuertes hematomas en el punto de aplicación de las ondas [226].

Hay estudios que consideran las ondas de choque un tratamiento inferior a los programas de estiramiento [302], mientras que otros los encuentran más efectivos que el tratamiento con ultrasonidos [190].

Infiltraciones

La infiltración de corticosteroides es un tratamiento frecuente, durante mucho tiempo, la referencia en el tratamiento de la fascitis plantar que reduce el dolor durante un corto periodo de tiempo, pero también tiene efectos secundarios como son la atrofia de grasa subcutánea, la rotura de la aponeurosis plantar, lesión de nervios periféricos y daño muscular [342].

Raeissadat et al., [287] evaluaron el efecto de la inyección de ácido hialurónico comparado con la inyección de corticosteroides, en 75 pacientes con la fascitis plantar. Midieron la EVA, el índice FFAI (Foot Ankle Ability Index), el umbral de dolor por presión, el índice funcional del pie (FFI) y el grosor de la fascia plantar (PFT) con ecografía, al inicio, a las 6 y a las 24 semanas después de la inyección. En ambos grupos mejoraron todas las escalas utilizadas, pero no encontraron diferencias en la satisfacción del tratamiento recibido por los pacientes de los dos grupos.

Un estudio prospectivo y aleatorizado de 100 pacientes con fascitis plantar con infiltración de sangre, lidocaína y triamcinolona demostró mejor resultado en el grupo tratado con corticoesteroides [166]. El peligro de las infiltraciones repetidas es el adelgazamiento de la almohadilla plantar y la microrotura de la fascia plantar [121], aunque en principio esto debería ser beneficioso.

Se han ido introduciendo las infiltraciones con otras sustancias como agujas secas; dextrosa hiperosmótica (proloterapia) [310], sangre [288], con resultados pobres [166][205], PRP [225][268-270][320] y toxina botulínica (Botox) [13][14][277][316].

Porter y Shaboldt [280] aleatorizaron 125 pacientes en tres grupos, (1) infiltración con corticoesteroides y estiramiento del m. tríceps sural, (2) ondas de choque con estiramiento y (3) estiramiento aislado. El dolor disminuyó significativamente a los 12 meses comparado con el estiramiento aislado. Un segundo estudio con infiltración de corticoides [205], en 64 pacientes aleatorizados recibieron una infiltración de inyección de sangre o infiltración de corticoesteroides. La infiltración de esteroides redujo el dolor a los 3 meses comparado con la inyección de sangre, pero las diferencias desaparecieron a los 6 meses. Participantes de ambos grupos señalaron dolor en el lugar de la inyección durante la primera semana.

El tratamiento con corticosteroides tiene una alta frecuencia de recaídas y recurrencias, probablemente porque la inyección puede producir cambios permanentes y adversos sobre la propia fascia y porque los pacientes utilizan y cargan más el pie después de una infiltración al eliminar el dolor de forma inmediata [349]. Chen et al., [59] incluyeron doce ensayos controlados aleatorios y cuatro estudios cuasiexperimentales y vieron que los corticosteroides reducen el dolor de manera más efectiva que la sangre a las 6 semanas y a los 3 meses, pero el efecto desapareció a los 6 meses. El plasma rico en plaquetas redujo el dolor de manera más efectiva a los 6 meses después de la inyección que los corticosteroides. Sin embargo, no hubo diferencias en la puntuación de la escala AOFAS entre el PRP y las infiltraciones de corticosteroides. El dolor se redujo a los 6 meses con el PRP.

En un estudio multicéntrico la infiltración con corticoesteroides en la fase aguda redujo el dolor una media de 6,4 puntos, con la escala EVA. El efecto se limitó a 4 semanas después de la inyección y el nivel de evidencia fue bajo [77].

Los efectos adversos como la atrofia de la grasa plantar o la rotura de la aponeurosis plantar se presentaron en el 2,4% pacientes con una media de tres infiltraciones. El tratamiento se debe limitar a un máximo de dos o tres infiltraciones [208].

PRP (Plasma Rico en Plaquetas)

También se ha propuesto el tratamiento con PRP (platelet-rich-plasma) que lleva a las fases de curación para revertir el proceso degenerativo [237][341]. Peerbooms et al., [268-270] postularon que el concentrado de factores de crecimiento trabaja de forma sinérgica para iniciar la reparación tendinosa, aunque la evidencia es moderada en la fascitis plantar [200].

En un solo ensayo aleatorio controlado, realizado en Dinamarca, con un seguimiento de 2 años, incluyeron 90 pacientes consecutivos (20-65 años), divididos en 3 grupos; el grupo A, 3 meses de entrenamiento de fuerza y estiramiento (n = 30), el grupo B, inyecciones de corticosteroides con intervalos mensuales, máximo de 3 inyecciones, hasta alcanzar un espesor de la aponeurosis plantar <4 mm (n = 31) y el tercer grupo combinó los dos tratamientos (n = 29). Todos los grupos mejoraron con el tiempo, pero la combinación de inyección de corticosteroides y entrenamiento tuvo un efecto superior en todos los puntos de tiempo, tanto a corto como a largo plazo [163].

Whittaker et al., [385] en una revisión sistemática y un meta-análisis de ensayos aleatorios comparando la inyección de corticosteroides, incluyeron 47 ensayos (2.989 participantes). Para reducir el dolor a corto plazo, la inyección de corticosteroides fue más efectiva que la inyección de sangre autóloga y las ortesis de pie. No encontraron hallazgos a medio plazo. A largo plazo, la

inyección de corticosteroides fue menos efectiva que la punción seca y la inyección de PRPs. En particular, se encontró que la inyección de corticosteroides tiene una efectividad similar a la inyección de placebo para reducir el dolor a corto plazo y a medio plazo. Para mejorar la función, la inyección de corticosteroides fue más efectiva que la fisioterapia a corto plazo.

Soraganvi et al., [341] en 60 pacientes con diagnóstico de fascitis plantar crónica, después de un tratamiento conservador fallido y con un grosor de la fascia plantar mayor de 4 mm, se dividieron aleatoriamente en dos grupos, uno recibió una inyección de PRP y en el otro una inyección de esteroides. El EVA disminuyó en ambos grupos, también la puntuación de la escala AOFAS mejoró de 54 a 90 en el grupo PRP y de 55,63 a 74,67 en el grupo corticoides, a los seis meses de seguimiento y el grosor de la fascia plantar se había reducido en ambos grupos (5,8 mm a 3,3 mm en el grupo PRP y 5,6 a 3,7 en el grupo corticoesteroides).

Tabrizi et al., [346] en un ensayo clínico aleatorizado, simple ciego, con 32 pacientes obesos y dolor crónico en la cara plantar del talón, compararon 16 pacientes a los cuales les inyectaron 40 mg de dimetilprednisolona una vez, con otro grupo de 16 pacientes que recibieron 3 inyecciones, con una semana de diferencia, de PRP. A las 24 semanas del tratamiento, las puntuaciones finales de dolor y dolor matinal fueron estadísticamente significativas, mejores en el grupo de corticosteroides, y las puntuaciones medias del índice de función del pie fueron 65.4 ± 3.2 y 58.3 ± 2.9 en los pacientes tratados con corticosteroides y PRP, respectivamente, señalando que la inyección con corticosteroides fue más efectiva que la PRP para reducir el dolor y mejorar la función.

Shetty et al., [334] compararon el dolor y los resultados funcionales con infiltraciones de PRP con inyecciones de corticoesteroides y placebo para el tratamiento de la fascitis plantar crónica, en un ensayo controlado aleatorio de 3 brazos con 90 pacientes: PRP (n = 30 pacientes), corticoesteroides (n = 30 pacientes) y placebo (n = 30 pacientes). Los pacientes fueron seguidos a intervalos regulares hasta 18 meses después de la inyección. La EVA mostró una mejoría en todos los grupos entre el inicio y el seguimiento de 18 meses, los corticoesteroides mostraron mejor resultado que los PRP en el corto plazo, mientras que el PRP a largo plazo fue mejor. La puntuación del SF-12 mostró una mejora significativa en todos los grupos entre el inicio y el seguimiento a los 18 meses. A diferencia de estudios previos, no encontraron un efecto de caída de los corticoides a largo plazo.

También Peerboms et al., [270] efectuaron un ensayo controlado aleatorizado en pacientes con fascitis plantar crónica asignados para recibir inyección de esteroides o PRP. El primer grupo de 46 pacientes fue tratado con PRP y en otro de 36 pacientes se inyectó corticosteroides. En este último, las puntuaciones de dolor disminuyeron rápidamente y se mantuvo estable durante el seguimiento. En el grupo PRP, la reducción del dolor fue modesta alcanzando su punto más bajo a los 12 meses. El número de pacientes con al menos un 25% de mejoría entre el inicio y el seguimiento de 12 meses difirió significativamente entre los grupos. De los 46 pacientes en el grupo PRP, el 84,4% mejoró al menos un 25%, mientras que en el grupo de corticoesteroides lo hizo el 55,6%.

Sun et al., [345] reclutaron 36 pacientes con fascitis plantar crónica, refractaria a analgésicos y fisioterapia, aleatorizado, a doble ciego. Los pacientes fueron asignados al grupo PRP (18 pacientes) y el grupo plasma pobre en plaquetas (PPP) (18 pacientes) con un seguimiento con controles a los 3 y 6 meses. Todas las escalas mejoraron en ambos grupos, sin observarse complicaciones.

Gonnade et al., [123] en 64 pacientes con fascitis plantar crónica sin respuesta al tratamiento conservador fueron aleatorizados, 36 pacientes recibieron inyección de 2,5 ml de PRP y 28 recibieron iontoforesis y kinesiotaping en días alternos. A las 2 semanas la mejoría en el alivio del dolor fue mejor en el grupo de kinesiotaping comparado con el grupo PRP. Pero a las 12 y 24 semanas mostró una mejora el grupo PRP y al final de las 24 semanas, la mejora fue mayor en el grupo PRP, encontrando una reducción significativa en el grosor de la fascia plantar.

En la revisión de Huang et al., [152] se incluyeron veinte ensayos con 1.268 participantes, donde el PRP proporciona una mejora clínica en comparación con los corticoesteroides, pero con un nivel de evidencia bajo.

La infiltración de corticoides se popularizó y se siguen utilizando, pero han demostrado ser efectivas durante un corto periodo de tiempo y en poco grado [74]. Además, las infiltraciones repetidas con corticoides alteran la estructura de la propia fascia [3][68][201].

Johnson-Lynn et al., [164] realizaron un estudio de viabilidad de PRP comparado con una solución salina para el tratamiento de la fascitis plantar crónica. De los 28 pacientes (19 mujeres, edad media 50 años) reclutados fueron asignados 14 al azar a cada brazo. Hubo un cambio en la puntuación del EVA desde el inicio en los dos grupos con una mejora de los síntomas con ambos tratamientos.

Yang et al., [392] incluyeron nueve ensayos clínicos aleatorizados para comparar la inyección de PRP con la infiltración con corticoides, con 430 pacientes, sin observar diferencias significativas en el EVA entre los 2 grupos después de 4 o 12 semanas de tratamiento. El tratamiento con PRP mostró mejor eficacia que el tratamiento con esteroides después de 24 semanas, pero no se observaron diferencias en el FADI, AOFAS y RMS entre las dos terapias. El PRP es superior a los tratamientos con esteroides para aliviar el dolor a largo plazo; sin embargo, no se observaron diferencias significativas entre los efectos cortos e intermedios. Por su parte, Singh et al., [339] incluyeron diez estudios, siete con aleatorización, y un total de 517 pacientes. A los 3 meses de seguimiento, las inyecciones de PRP se asociaron con mejores puntuaciones del EVA y AOFAS. A los 6 meses y 12 meses de seguimiento, no encontraron diferencias.

Vahdatpour et al., [368] examinaron clínicamente los efectos del PRP sobre la fascitis plantar en un ensayo controlado aleatorio simple ciego en 32 pacientes consecutivos, con un grupo que recibió PRP (n = 16) y otro grupo tratado con corticosteroides (metilprednisolona 1 ml y lidocaína 1 ml) (n = 16). El grupo PRP tuvo una puntuación media de dolor significativamente más alta en tres momentos, antes de la inyección, así como 1 y 3 meses después del uso de PRP, en comparación con el grupo de corticosteroides; sin embargo, el grupo corticoesteroides experimentó más dolor 6 meses después de la infiltración. Además, el RMS fue menor en el grupo PRP que en el grupo de corticosteroides al inicio del estudio, así como a los 1 y 3 meses después de las inyecciones. En la evaluación de la ecografía, no se revelaron diferencias. La administración de PRP mejora el dolor y la limitación física en pacientes con fascitis plantar, un efecto curativo que comienza al menos 3 meses después de la inyección. En otro estudio Vahdatpour et al., [369] compararon el PRP con la infiltración de sangre en dos grupos aleatorios, de 17 pacientes cada uno. Las puntuaciones de dolor se redujeron con el PRP y con la sangre, sin diferencias entre los grupos. Un mes y 3 meses después del tratamiento, se contabilizaron resultados buenos y excelentes en el 82,3% de los pacientes del grupo PRP y en el 76,4% del grupo de sangre. Además, el grosor de la fascia disminuyó en ambos grupos.

Jain et al., [158] compararon la eficacia de la inyección local de corticosteroides comparado con el PRP en el tratamiento de la fascitis plantar. Los pacientes fueron asignados al azar en 2

grupos de 40 cada uno tratados con inyección local de corticosteroides e inyección de PRP en el otro grupo. Después de la inyección, hubo una mejora significativa de la puntuación del EVA, en la escala de Roles y Maudsley modificada, la escala Foot Ankle Outcome Instrument (FAI), el AOFAS y el grosor de la fascia plantar en ambos grupos, sin detectar una diferencia significativa en la mejora en los dos grupos.

Jiménez-Pérez et al., [160] realizaron un estudio prospectivo, no aleatorio y de centro único en 40 pacientes consecutivos con fascitis plantar que no habían respondido al tratamiento conservador durante al menos 6 meses. Los primeros 20 pacientes consecutivos (grupo A) fueron tratados con dos inyecciones locales de 4 ml de un concentrado de PRP. Al segundo grupo de 20 pacientes (grupo B) se les inyectó 4 ml de 40 mg de metilprednisolona. En el grupo PRP, el EVA y la escala AOFAS mostraron evidente mejoría y también en el grupo metilprednisolona, aunque de menor magnitud. El grosor de la fascia en el grupo PRP cambió de 7,9 mm a 4,82 mm durante los 3 meses posteriores a la inyección, manteniendo este grosor en los controles bianuales. En el grupo corticoesteroide el cambio fue de 8,05 mm a 6,13 mm durante 3 meses, aumentando a 6,9 mm en el sexto meses.

El meta-análisis realizado por Ling y Wang [214] incluye diez ensayos clínicos aleatorizados con un total de 445 pacientes con fascitis plantar. Las estimaciones acumuladas sugirieron que el PRP tenía mayores cambios en puntuaciones EVA y AOFAS que otros tratamientos, aunque no tuvo ningún efecto beneficioso en la escala Roles-Maudsley. Además, el PRP tuvo un efecto superior que otros tratamientos a los 12 meses, pero no en los meses anteriores.

Acosta et al., [4] realizaron un ensayo clínico controlado, aleatorizado, ciego. El grupo de tratamiento con esteroides recibió 8 mg de dexametasona y 2 ml de lidocaína como anestésico local y el grupo de tratamiento con PRP recibió 3 ml de PRP. Todos los pacientes fueron evaluados al comienzo del estudio, y a las 2, 4, 8, 12 y 16 semanas después del tratamiento con las escalas EVA, FADI y el AOFAS sin mostrar diferencias. El PRP demuestra una eficacia igual que los esteroides, pero su coste y el tiempo de preparación son mucho mayores.

Toxina botulínica

La toxina botulínica tipo A es efectiva en el tratamiento del dolor del pie asociado a fascitis plantar y aumenta el centro de presiones durante la carga sin inducir una atrofia de la grasa [151]. Más reciente se ha recomendado para el tratamiento del dolor muscular crónico y neuropático [222], como la migraña, el síndrome de dolor miofascial y el síndrome del músculo piramidal [127][230]. La toxina botulínica tiene un efecto antinociceptivo y anti-allodynia [13][14] y actúa modulando los neurotransmisores del dolor incluyendo la sustancia P, glutamato y reacciones antiinflamatorias [13][14][212]. La inyección bajo ecografía puede mejorar la precisión y los efectos terapéuticos [19][363]. El Subcomité de Evaluación y Terapéutica de la Academia Americana de Neurología ha concedido evidencia de nivel A (efectiva) para la terapia con toxina botulínica a la fascitis plantar [316]. Se han demostrado buenos resultados [363], pero es poco utilizada.

En la tabla 6 se establece las recomendaciones terapéuticas según el grado de evidencia.

Tabla 6

Recomendaciones terapéuticas según la evidencia clínica [121]

Recomendación	Grado evidencia	Bibliografía
Ecografía y RM pueden ser útiles en el diagnóstico de la fascitis plantar fijándose en el grosor de la aponeurosis y alteración de la señal del tejido	C	[171][233]
AINE's pueden mejorar a corto tiempo el dolor asociados con otros tratamientos conservadores	B	[93]
Ortesis, prefabricadas o personalizadas, pueden ser efectivas para reducir el dolor del talón y mejorar la función del pie en pacientes con fascitis plantar	B	[61][137][203]
Las férulas nocturnas anteriores mejoran la fascitis plantar	B	[203][305]
Infiltración de corticoesteroides mejoran la fascitis plantar aguda y crónica	B	[166] [205]
Ondas de choque es una opción viable en el tratamiento de la fascitis plantar crónica recalcitrante	B	[260][302][303][356] [381]

A = evidencia consistente; B = inconsistente o de calidad limitada; C = consenso o evidenciaorientada, opinión de un experto, o serie de casos.

Tratamiento quirurgico

La elección de la mejor técnica para realizar un tratamiento quirúrgico de la fasciopatía no está bien definida. La liberación de los m. gemelos, liberación aislada de la porción proximal del m. gemelo medial, y la fasciotomía plantar proximal son los procedimientos más populares. Sin embargo, no hay estudios de larga evolución sobre los resultados y las posibles alteraciones funcionales o morfológicas. Tampoco se han comparado técnicas en la fasciopatía crónica.

Desde los años 50 se han ido introduciendo diferentes tratamientos que han resuelto la fascitis plantar en la mayoría de los casos [104][315], pero, repetimos, la cirugía debe estar indicada cuando han fracasado todas las posibilidades que ofrecen las terapias conservadoras y siempre que persistan los síntomas durante más de 6 meses sin notar mejoría con los tratamientos conservadores.

Cuando fallan las opciones conservadoras se han propuesto diferentes tipos de tratamientos quirúrgicos [3][68][228][342][390] que propugnan la liberación completa de la aponeurosis plantar, una técnica irreversible e invasiva [60], con sus detractores que señalan que la fasciotomía altera la morfología del pie. La satisfacción del paciente a largo plazo fue positiva para

la mayoría de los pacientes después de la fasciotomía plantar, aunque el 44% seguían teniendo quejas postoperatorias, el 73% indicó que estaban satisfechos después de la operación y el 74% volvería a someterse a un procedimiento similar.

La resección se puede hacer con un abordaje abierto o percutáneo. La cirugía se puede asociar con la resección del espolón del calcáneo, cuando esté, o se puede dejar. También, cuando se observe una contractura del músculo tríceps sural se puede hacer una liberación en la porción proximal del m. gemelo interno. Cuando el tobillo está relajado, los pacientes con fascitis plantar tienen mayor rigidez del m. gemelo interno, pero no ocurre lo mismo con el m. gemelo externo y no se encontró un aumento del grosor de la aponeurosis plantar en estos casos [399]. Cuando hay un acortamiento de los músculos posteriores de la pierna se puede elongar el músculo efectuando cortes transversales, con una satisfacción en el 95% de los pacientes [239] y un 81% de los pacientes un año después de la cirugía [1].

El objetivo del tratamiento quirúrgico es liberar la tensión en la región subcalcánea. Liberación que puede ser parcial, de la porción interna de la fascia [50], o completa [81-85]. La fasciotomía, sea total o parcial, libera la tensión en la zona de inserción de la aponeurosis y los pacientes tratados endoscópicamente volvieron a sus actividades 55 días después de la cirugía [359]. Otros estudios vieron resultados satisfactorios entre el 94-96% con la cirugía endoscópica, pero solo estaban satisfechos el 44,5% de los pacientes obesos cuando su IMC > 29,8 kg/m² [106][243].

Se ha señalado que la sección de la fascia plantar tiene riesgos secundarios como son el hundimiento del arco longitudinal interno y dolor en la porción externa de la planta y sobre cadáveres consigue reproducir una sobrecarga de la columna lateral del pie que puede ser consecuencia de la cirugía [246].

La fasciotomía plantar percutánea deja entre el 10% y el 50% de pacientes insatisfechos [238], aunque de Prado et al., [82] realizan la fasciotomía percutánea completa, con excelentes resultados a través de un abordaje plantar.

La cirugía percutánea del pie, conocida como cirugía mínimamente invasiva (MIS), permite solucionar el problema con poca agresividad, sin alterar las estructuras anatómicas y sin efectuar vías de abordaje que expongan las estructuras anatómicas [116]. Requiere una buena formación y cirujanos con experiencia, dependiendo los resultados de quien lo hace. Fue introducida, inicialmente, por Pilzer et al., [275], en 1983, y desde entonces ha ido ganando adeptos si bien los defensores de cirugías abiertas y más agresivas sostienen cambios en la morfología del pie tras la sección de la aponeurosis plantar [73][101]. Para algunos autores, la fasciotomía completa puede desestabilizar el arco plantar, produciendo un pie plano sintomático residual [199] ya que la fascia disminuye la rigidez del pie y produce un arco longitudinal deformado [360]. Sin embargo, la cirugía percutánea de la fascitis plantar es una técnica válida [30][84] con resultados similares a la cirugía abierta [69] que gana mayor número de adeptos cada día.

La cirugía percutánea requiere un equipo especializado y un adecuado aprendizaje, pero ganan adeptos y permiten una rápida solución del problema y recuperación del paciente [27][149][254]. Sin embargo, no están libres de controversia y de complicaciones inesperadas, como provocar un pie plano por liberación completa de la fascia plantar y no resulta fácil resear el espolón del calcáneo o descomprimir el nervio plantar lateral. En un estudio retrospectivo sobre 22 pacientes consecutivos se obtuvieron buenos o excelentes resultados en el 68% de los pacientes [149], siendo la sección accidental del nervio plantar una de las mayores complicaciones.

La liberación percutánea de la fascia plantar con una aguja es otro procedimiento propuesto para el tratamiento de la fascitis plantar. Çatal et al., [53] realizaron un estudio en 14 cadáveres frescos para evaluar anatómicamente la fasciotomía percutánea utilizando una aguja hipodérmica convencional. Después de la disección se midieron y registraron el ancho de la fascia plantar, el grosor del borde medial y el ancho del segmento cortado. Se registró cualquier daño muscular en el flexor corto de los dedos y la profundidad del área dañada. La fasciotomía parcial se realizó, en todas las piezas, con $49,47\% \pm 7,25\%$ del ancho relativo de la fascia plantar. No se dañó el nervio plantar lateral, ni su primera rama, el nervio de Baxter, y la distancia media desde el punto más profundo de la fasciotomía hasta el nervio de Baxter fue $8,62 \pm 2,62$ mm.

En el estudio de Monteagudo et al., [239] comparan sesenta pacientes con fascitis crónica, treinta de los cuales fueron intervenidos con una fasciotomía proximal parcial y otros treinta con una liberación del músculo gemelo; según sus resultados el grupo intervenido con la fasciotomía obtuvieron un 60% de buenos resultados, con una media de diez semanas para volver a sus actividades diarias y deportivas habituales. Con la liberación del m. gemelo consiguieron un 95% de buenos resultados y la vuelta a sus actividades cotidianas precisó de tres semanas. Gamba et al., [110] no vieron diferencias clínicas ni tampoco de satisfacción de los pacientes, si bien la recuperación fue más temprana en el grupo intervenido con liberación del m. gemelo. Esta técnica requiere, desde nuestro punto de vista, establecer las indicaciones para los pies que pueden responder mejor a una y a otra y precisa de estudios con un nivel de evidencia I para conocer sus posibilidades.

Hipótesis y objetivos

Hipótesis

La fasciotomía plantar percutánea completa ofrece unos resultados clínicos y funcionales excelentes sin provocar alteraciones estructurales en la morfología del pie; es decir, sin alterar el ángulo de caída del calcáneo ni el descenso del arco longitudinal medial del pie.

Hipótesis nula

Tras la sección completa de la fascia plantar, por técnica percutánea, hay un hundimiento del arco longitudinal interno.

Objetivos

1. Analizar los resultados clínicos de los pacientes intervenidos de fascitis plantar con fasciotomía completa percutánea.
2. Analizar la morfología del pie tras más de un año de la cirugía
3. Estudiar el ángulo de inclinación calcáneo para determinar la posible caída del pie
4. Analizar los efectos clínicos de la resección del espolón del calcáneo
5. Estudio, sobre piezas anatómicas, la fasciotomía completa percutánea, describiendo el trayecto y el punto de abordaje cutáneo con una incisión de 2 mm de longitud en el pie del cadáver.

Material y Metodologia

Población y metodología

Realizamos un estudio prospectivo longitudinal con pacientes operados por el mismo cirujano efectuando una fasciotomía percutánea completa y resección del espolón del calcáneo cuando lo había.

Los pacientes se enrolaron de forma consecutiva siguiendo los criterios de inclusión propuestos para nuestro estudio, pacientes con fascitis plantar sin respuesta al tratamiento conservador (ejercicios de estiramiento, AINES, infiltraciones de corticoides locales, ...) durante al menos 6 meses, con un engrosamiento de la fascia en la ecografía de al menos de 4 mm. Por su parte, los criterios de exclusión fueron: infección activa, enfermedad sistémica sintomática (inflamatoria, metabólica, neurológica o vascular), fracturas previas en el pie afectado, lesión del calcáneo intrínseca, síndrome de compresión nerviosa, contractura en equino, incapacidad para completar el tratamiento postoperatorio y cirugías previas del retropié (Tabla 7).

Estudiamos un total de 62 pies, en 60 pacientes, cuyas características se especifican en la Tabla X. La duración media del seguimiento fue 57 (rango: 13 - 107) meses y no se perdió ningún paciente durante el estudio. Veintisiete fueron mujeres y 33 hombres, siendo las intervenciones practicadas sobre 28 pies del lado derecho y 34 del izquierdo.

La edad media de los pacientes fue de 54 (DE: 13; rango: 78 – 23) años, con una altura media de 167,52 (DE: 7,82; rango: 186 – 152) cm, un peso medio de 78,4 (DE:13,78; rango: 117 – 55) kg, un índice de masa corporal (IMC) medio de 27,85 (DE: 3,9; rango: 38,1 – 21,38) kg/m².

Según los grupos de edad predominaron los pacientes entre 36 y 70 años (Figura 17), el IM, más frecuente se situó entre 23 kg/m² y 32 kg/m².

La distribución de cirugías por año se representa en la Tabla 8 y la distribución por grupos de edad se muestra en la figura 18.

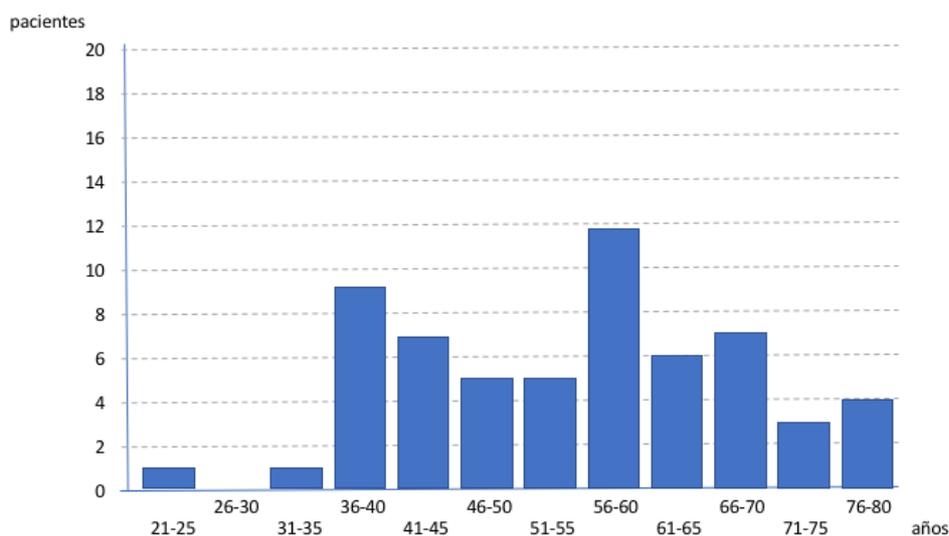


Figura 17. Distribución de la población según los grupos de edad

Tabla 7

Demografía de los casos estudiados (n=62 pies en 60 pacientes)

	Media (rango) o (%)
Edad (años)	54 (rango 23 - 78)
Sexo	
Varones	33 (55%)
Mujeres	27 (45%)
Lado	
Izquierdo	33 (53%)
Derecho	27 (44%)
Bilateral	2 (3%)
Índice de masa corporal (kg/m ²)	27,85 (rango 21,38 - 38)
Peso normal (18 - 25)	13 (21,7%)
Sobrepeso (25 - 30)	30 (50%)
Obesidad (>30)	17 (28,3%)
Cirugía	
Fasciotomía aislada	21 (33,87%)
Fasciotomía y resección espolón calcáneo	41 (66,12%)

Tabla 8

Cirugías por año de nuestra casuística

Año	Cirugías [N (%)]	Año	Cirugías [N (%)]
2015	4 (6,45%)	2009	9 (14,51%)
2016	6 (9,67%)	2010	12 (19,35%)
2017	8 (12,9%)	2011	6 (9,67%)
2018	11 (17,74%)	2012	6 (9,67%)

La distribución por grupos del IMC se presenta en la Figura 19

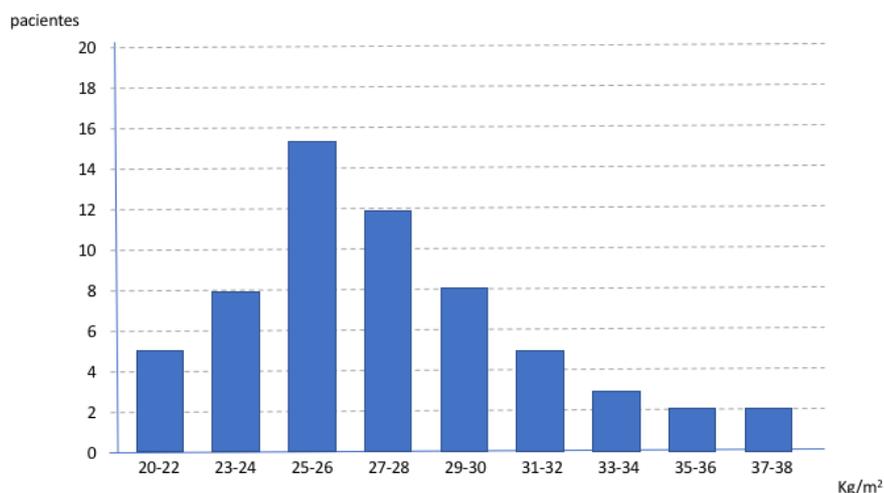


Figura 19. Distribución de la muestra según el IMC (Kg/m²)

La técnica empleada fue siempre la fasciotomía percutánea completa, bien aislada o, en otras ocasiones, asociada con la resección del espolón del calcáneo o perforaciones del mismo, cuando estaba presente. La fasciotomía con resección del calcáneo 38 pies, seguida de la fasciotomía aislada 21 pies y en 3 pies, se realizó una fasciotomía con resección del calcáneo y perforaciones (Figura 20)

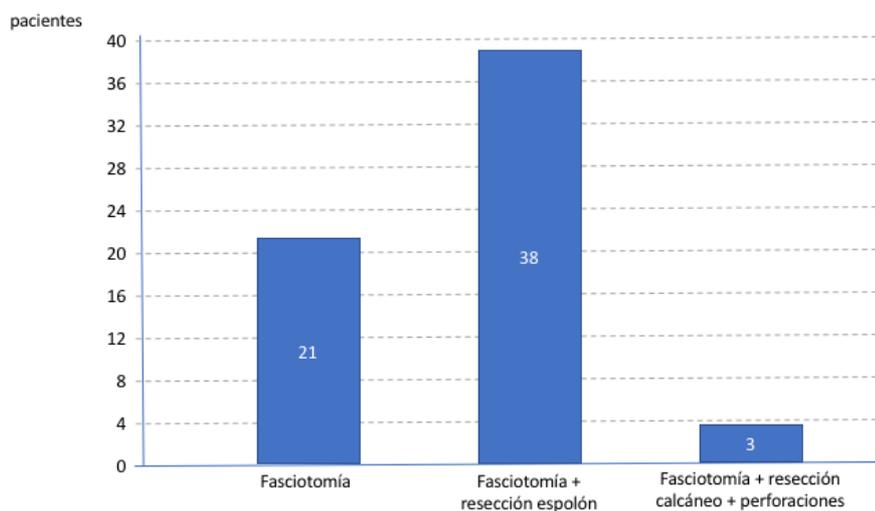


Figura 20. Distribución de las diferentes técnicas quirúrgicas

Variables independientes, técnica quirúrgica y evolución

Se realizó un estudio radiográfico, incluyendo radiografías en carga dorso-plantar, oblicua y sagital y una radiografía axial del calcáneo, de ambos pies.

En cada paciente se obtuvieron, antes de la cirugía y en cada una de las revisiones posteriores, las escalas American Orthopaedic Foot and Ankle Society score (AOFAS), Maryland Foot Score (MFS), escala visual analógica del dolor (EVA) y en la radiografía sagital se midió el ángulo de inclinación del calcáneo, en carga (Figura 21).

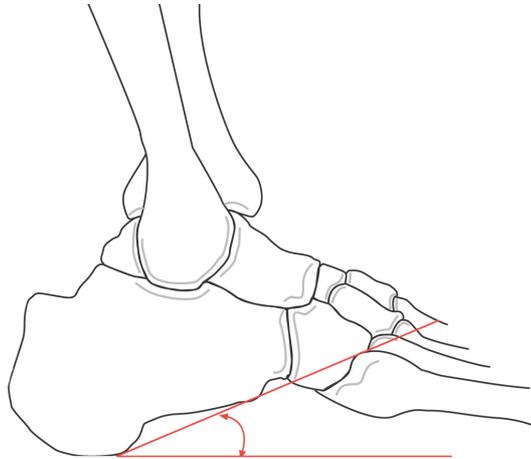


Figura 21. Ángulo de inclinación del calcáneo

Todas las cirugías se efectuaron por el mismo cirujano (MDP) utilizando instrumental específico para cirugía mínimamente invasiva del pie: bisturí MIS, separadores, raspas (largas y cortas), motor a baja y alta velocidad, fresas mis y un fluoroscopio.

Técnica quirúrgica

El pie se lavó con jabón desinfectante y fue pintado con solución antiséptica.

Efectuamos un bloqueo anestésico, con el paciente en posición tendido supino con el pie libre saliendo fuera de la mesa de quirófano. No realizamos isquemia en ningún caso.

Colocamos el pie a intervenir en posición lateral y tensamos la fascia apretando y elevando las cabezas de los metatarsianos.

Con el fluoroscopio localizamos la cara plantar del calcáneo (Figura 22) y trazamos una línea, pintando con un rotulador quirúrgico, siguiendo la cara plantar del calcáneo por la parte interna del talón y por encima del borde plantar (Figura 23).



Figura 22.

Se marcó la incisión de la piel 10 mm lateral a este punto, en la porción plantar del talón (Figura 23). Se efectuó una incisión longitudinal de 2 mm con un bisturí MIS, paralela a la cara plantar del calcáneo, verificando la posición y modificándola si fuera necesario, bajo visión fluoroscópica (Figura 23).

Una vez localizado el punto efectuamos la fasciotomía (Figura 24); si observamos un espolón, confirmamos la correcta resección con el fluoroscopio. Una vez realizada la fasciotomía, vimos como disminuía la tensión de la fascia plantar; en el caso de que esto no ocurriese o lo hiciese de forma parcial volvimos a efectuar la misma maniobra con la raspa hasta apreciar una disminución de la tensión. El proceso se repitió tantas veces como fue necesario.

La incisión se cerró con una sutura 4/0 monofilamento.



Figura 23. Planificación y cálculo del punto de entrada



Figura 24. Incisión, sección, resección de espolón y raspado. Control radiográfico y sutura

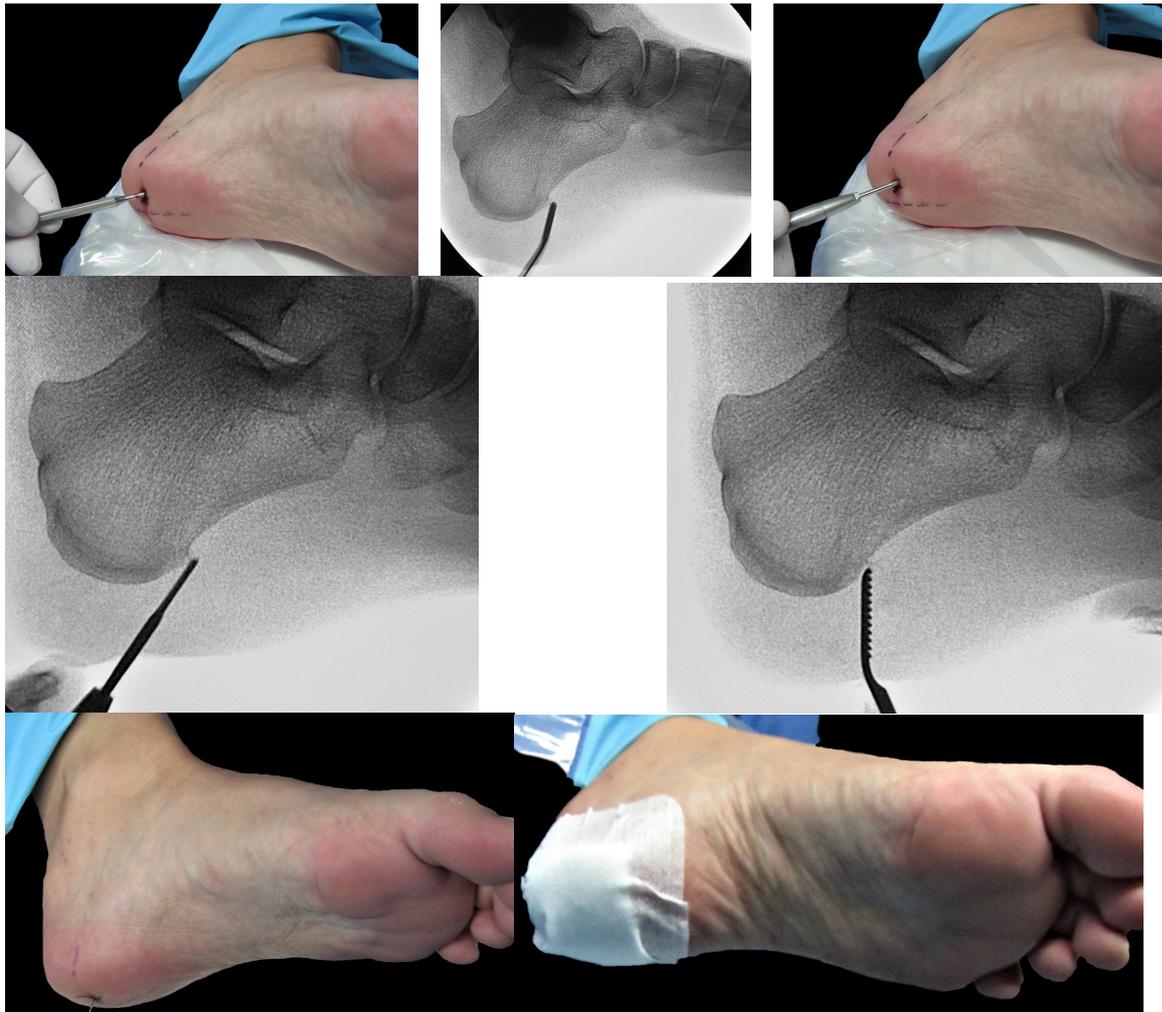


Figura 25. Desarrollo radiográfico de la resección del espolón del calcáneo

Control de la evolución

La cirugía se efectuó siempre de manera ambulatoria. Tras la misma se colocó al paciente una zapatilla deportiva permitiendo la carga y deambulación de manera inmediata, según el protocolo establecido.

La primera visita de control se efectuó a los 7 días, aprovechando para retirar el punto de sutura. Los controles se efectuaron al mes y a los 3, 6 y 12 meses, donde se evaluó la sintomatología y la ausencia de complicaciones.

Realizamos la evaluación radiográfica y las escalas de valoración clínica y funcional en todos los pacientes (Figura 26).



Figura 26. Medición del ángulo del calcáneo

A los 3 meses de seguimiento efectuamos MFS, AOFAS y EVA. También medimos el ángulo de inclinación calcáneo radiográfico en todos los pacientes. Efectuamos una encuesta telefónica, siguiendo el cuestionario propuesto por Benton-Weil et al., [38] a los 6 y 12 meses, en todos los pacientes, y en aquellos que llevaban más tiempo de evolución, se repitió la evaluación. El cuestionario telefónico incluyó la escala de dolor EVA y los resultados clínicos subjetivos, para lo cual se hizo en la última evaluación las siguientes preguntas, a todos los pacientes: “¿cumplió la cirugía sus expectativas?” “¿recomendaría la cirugía a un amigo en condiciones similares?” y “¿se hubiera operado de conocer su evolución?”

Análisis estadístico

Efectuamos un análisis estadístico utilizando el programa IBM SPSS Statistics® versión 20.0 (IBM®, Armonk, EEUU). Las diferencias entre las variables fueron efectuadas con la “T” de Student apareadas y la prueba de Wilcoxon. Consideramos una $p \leq 0,05$ como estadísticamente significativa.

Estudio en pies de cadáver

Se estudiaron doce especímenes cadavéricos frescos, conservados en congelación, para verificar la exactitud y seguridad del trayecto y punto de entrada en el procedimiento percutáneo de la fasciotomía plantar. Las piezas procedieron del departamento de anatomía de la Universidad de Barcelona, a los se realizó un total de doce fasciotomías percutáneas.

Fueron criterios de exclusión signos o cicatrices de cirugías previas, deformidades en el retropié que impedían desarrollar el estudio.

Ocho pies fueron derechos y cuatro izquierdos. Los especímenes correspondían a cadáveres de personas con una edad media de 67 años (rango 62 - 89), siete procedían de un espécimen cadavérico femenino y cinco de especímenes masculinos.

Técnica quirúrgica

Se realizó una radiografía lateral de todos los pies sometidos a cirugía, para evaluar la presencia de un espolón del calcáneo.

Los especímenes se colocaron en decúbito lateral (izquierda para los pies izquierdos y derecha para los pies derechos) con el pie libre sobre el extremo de una mesa. Una vez cubierto el pie y colocado adecuadamente sobre la mesa, siendo visible lateralmente todo el calcáneo (Figura 27). Un único cirujano, con experiencia, efectuó todas las cirugías.



Figura 27

La cirugía se efectuó utilizando instrumentos específicos para cirugía percutánea mínimamente invasiva (MIS) del pie: bisturí MIS (No. 64), separadores, raspas (grande y pequeña), motor de baja velocidad, fresas y ayudados con un fluoroscopio.

Anatomía y exposición

El punto de entrada se localizó en función de dos referencias: la cara plantar del calcáneo y la línea media del pie. Esta línea se trazó con un rotulador de piel quirúrgico. Se localizó entre el 2º y el 3er metatarsiano y se tensó la aponeurosis plantar aplicando presión sobre las cabezas de los metatarsianos y bajo visión fluoroscópica para localizar la cara plantar del calcáneo.

Se dibujó la línea medial siguiendo la cara plantar interna del calcáneo. Se utilizó la cortical plantar de la tuberosidad posterior del calcáneo como referencia, en lugar de la cortical plantar del cuerpo calcáneo.

Se dibujó una línea entre la línea media y media del pie, y la incisión en la piel se marcó 10 mm lateralmente a la línea medial en la cara plantar del talón. Una vez localizado el punto de entrada, se realizó una incisión longitudinal de 2 mm con un bisturí MIS nº 64, paralela a la cara plantar del calcáneo. El bisturí se introdujo hasta alcanzar el calcáneo, verificando la posición bajo visión fluoroscópica (Figura 28).

A continuación, se procedió a realizar la fasciotomía.



Figura 28. Búsqueda del punto de entrada y control fluoroscópico

Con el fluoroscopio se comprobó la resección del espolón, cuando estaba presente, y una vez realizada la fasciotomía, se comprobó la disminución en la tensión en la fascia plantar y, posteriormente, se determinó si se había liberado toda la fascia deslizando una raspa a lo largo de la fascia y sintiendo la tensión disminuida, repitiendo el procedimiento cuando era necesario.

Disección anatómica

Posteriormente se realizó una disección, plano a plano, a través de una incisión medial en el talón. Se revisaron el nervio plantar medial, nervio plantar lateral, nervio calcáneo inferior (nervio de Baxter), la fascia plantar, el m. flexor corto de los dedos y la cortical plantar del calcáneo y se registraron los resultados.

Las variables independientes analizadas fueron: (a) la extensión de la fasciotomía, (b) la ubicación del punto de entrada, (c) la resección del espolón y (d) las lesiones de los tejidos blandos.

Después del procedimiento, se realizó una doble evaluación, indirecta bajo visión fluoroscópica y directa después de la disección anatómica.

Durante la evaluación indirecta, se registró la presencia o ausencia del espolón del calcáneo. Cuando había un espolón del calcáneo asociado, se evaluó la posibilidad de fractura de calcáneo después de la resección del espolón. El éxito se definió por la ausencia de lesión cortical plantar calcáneo. El fracaso vino señalado por la lesión cortical plantar del calcáneo o por la fractura de calcáneo.

Durante la evaluación directa, la finalización de la fasciotomía se definió completa (100%), satisfactoria (75-99%), parcial (50-74%) o incompleta (<50%) (Figura 29).

Se analizó el punto de entrada midiendo la distancia desde el punto de entrada en la piel hasta la punta del maléolo tibial y la distancia hasta la línea media del pie. La línea media del pie se definió como el segundo eje metatarsiano. Todas las distancias se expresaron en mm.

En la evaluación de lesiones de las partes blandas, el éxito vino determinado como la ausencia de lesiones en las estructuras anatómicas. Por el contrario, el fracaso se consideró como una lesión parcial o completa de al menos una estructura anatómica.

Los tejidos blandos evaluados fueron (a) el nervio plantar medial, (b) el nervio plantar lateral, (c) el nervio calcáneo inferior (nervio de Baxter) y (d) el haz neuro-vascular medial. Además, se analizó el m. flexor corto de los dedos en todos los pies por su relación anatómica con la fascia plantar.

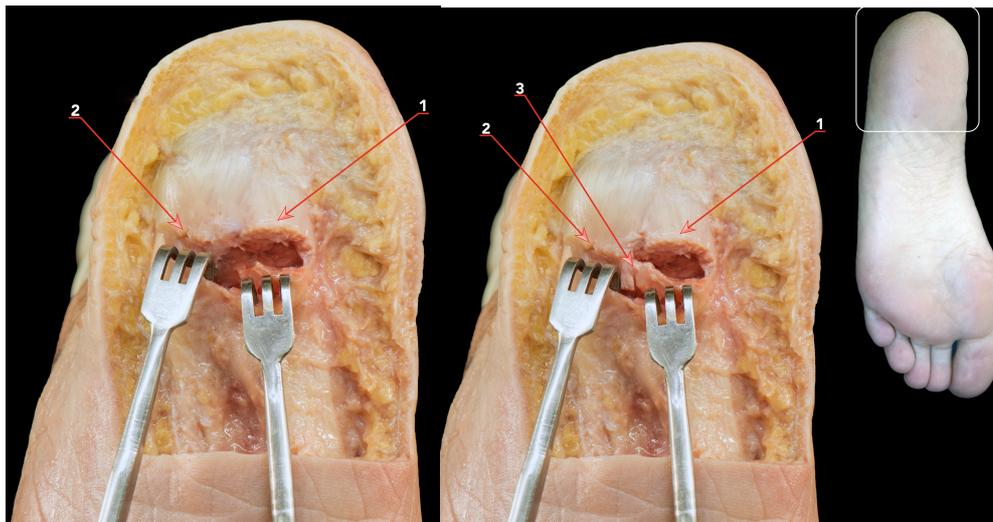


Figura 29. Comprobación anatómica de la sección de la inserción de la fascia, a) completa, b) parcial, se observan unas pocas fibras no seccionadas

Resultados

En la escala de valoración de Maryland preoperatoria ninguno de los pacientes tuvo una puntuación (>90 puntos) equivalente a excelente, 50 (80,65%) de los pies fueron clasificados como buenos (75 - 89 puntos), 10 (16,13%) como regulares (50 - 74 puntos) y 2 pies (3,22%) como malos (<49 puntos). A los 3 meses de la cirugía, los 62 pies (100%) presentaron un resultado “excelente” (>90 puntos). En este periodo la puntuación de la escala de Maryland aumentó 21 puntos (p=0,001) y la escala de valoración AOFAS aumentó 25 puntos (p=0,001) (Tabla 9).

Tabla 9

	Resultados generales	
	Promedio (DE)	Rango
Edad (años)	54 (13)	78 – 23
Altura (cm)	167,52 (7,82)	186 – 152
Peso (kg)	78,4 (13,78)	(117 – 55)
IMC (kg/m ²)	27,85 (3,91)	(38,1 – 21,38)
Seguimiento (meses)	57,16 (24,71)	(107 – 13)
Ángulo calcáneo (°) pre	20,26 (4,37)	(34 – 11)
Ángulo calcáneo (°) 3 m	19,29 (4,14)	(34 – 11)
EVA pre	8,91 (0,91)	(10 – 7)
EVA 3 meses	0,84 (1,6)	(6 – 0)
EVA 12 meses	0,21 (0,83)	(4 – 0)
Escala Maryland Pre	78,43 (11,7)	(85 – 44)
Escala Maryland 3 m	99,24 (1,72)	(100 – 94)
Escala AOFAS pre	74,21 (16,05)	(100 – 45)
Escala AOFAS 3 m	99,47 (2,4)	(100 – 87)

El valor medio de la EVA pasó de 8,91 puntos a 0,2 puntos (p=0,001) a los 3 meses (Figura 29) (Tabla 10). Un total de 57 pies (91,93%) no tenían dolor y el nivel de dolor disminuyó ≥8 puntos en 43 pies (69,35%), entre 5 y 7 puntos en 16 pies (25,80%) y en tan solo 3 pies (4,83%) disminuyó ≤ 3 puntos.

Tabla 10

Evaluación de las escalas funcionales (n=62 pies en 60 pacientes)				
Escala	Preoperatorio	3 meses	Evaluación final	P
	X (rango)	X (rango)	(13 – 107 meses)	
MFS	78,43 (44 - 85)	99,24 (94 - 100)		0,001
AOFAS	74,2 (45 - 100)	99,46 (87 - 100)		0,001
EVA	8,91 (7 - 10)	0,83 (0 - 6)	0,20 (0 - 4)	0,001

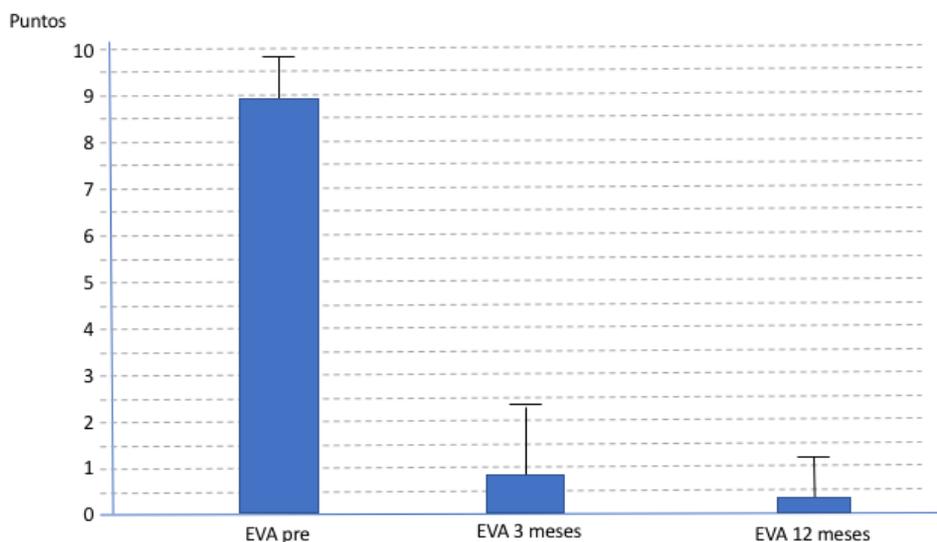


Figura 29. Evolución del EVA preoperatorio y a los 3 meses y a los 12 meses de la cirugía

El ángulo de inclinación del calcáneo medio fue $20,2^\circ$ (DE: $4,37^\circ$; rango: $11^\circ - 34^\circ$) y el ángulo calcáneo al final del seguimiento fue $19,3^\circ$ (DE: $4,14^\circ$; rango: $11^\circ - 34^\circ$) ($p=0,05$) (Tabla 11).

En 25 pies (40,32%) no se observaron cambios (Figura 30), en 21 pies el valor del ángulo descendió 1° (33,87%), en 11 cayó 2° (17,74%), 3 pies descendieron 3° (4,83%) y en 2 pies disminuyó 4° (3,22%).

En 6 de los 7 pies (85,71%) donde el ángulo disminuyó 3° o 4° estaban libres de dolor a los 3 meses y al final del seguimiento (12 meses) tenían entre 18° y 20° (valores normales) (Tabla 11).

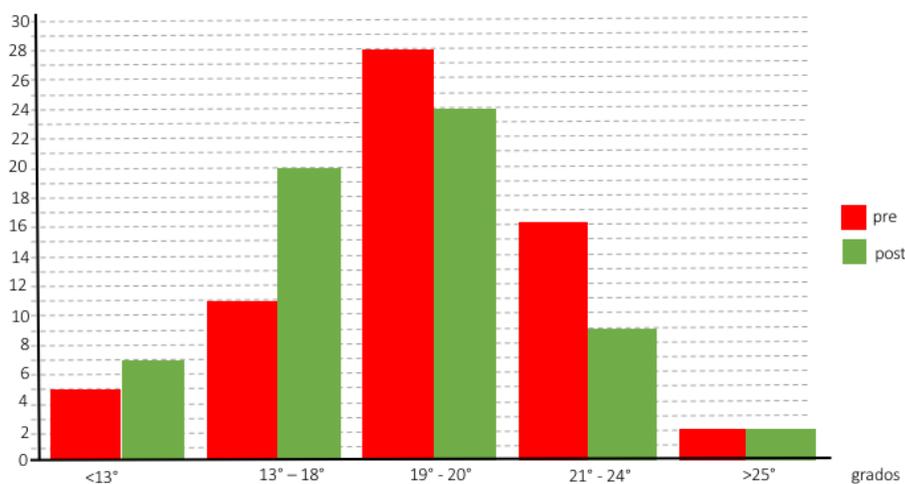


Figura 30. Distribución del ángulo de inclinación del calcáneo. Pre- y postoperatorio

Tabla 11

Ángulo calcáneo de inclinación (n=62 pies), en un tiempo medio de evolución de 57 meses

Ángulo calcáneo (°)	Preoperatorio N (%)	Seguimiento final N (%)	P
<13	5 (8)	7 (11,3)	
13-18	11 (17,8)	20 (32,3)	
18-20	28 (45,2)	24 (38,7)	
20-25	16 (25,8)	9 (14,5)	
>25	2 (3,2)	2 (3,2)	
Medio	20,2 (11-34)	19,3 (11-34)	0,05

Comparamos el ángulo de inclinación del calcáneo por grupos, en función de la edad (mayores y menores de 50 años), del IMC (por encima y por debajo de 26 kg/m²), de la presencia o no del espolón del calcáneo y en función de los resultados obtenidos con la escala AOFAS. Sin encontrar diferencias en estos grupos entre antes y después de la cirugía (Figura 31).

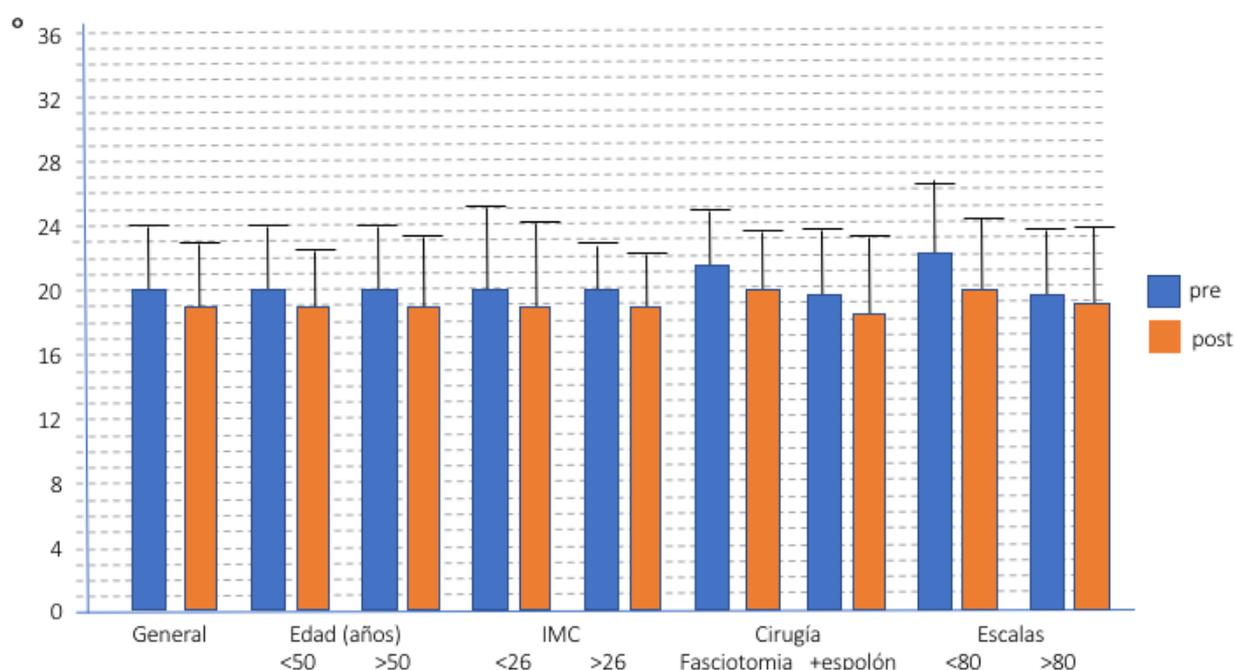


Figura 31. Valores obtenidos del ángulo calcáneo general, según dos grupos de edad, mayores y menores de 50 años, el IMC (<26 y >26), la técnica quirúrgica, o el valor de la escala AOFAS preoperatoria (<80 ó >80), antes y a los 3 meses de la cirugía.

Estudiamos los valores en función de la edad, considerando dos grupos, menores y mayores de 50 años. El grupo más joven presentó una edad media de 23 (DE: 6; rango: 48 – 23) años y el

más mayor de 63 (DE: 8; rango: 78 – 51) años. En la Tabla 12 se presentan los valores obtenidos en cada uno de los parámetros en ambos grupos. El grupo más joven presentó mayor altura y más peso, pero sin encontrar otras diferencias.

El dolor desapareció en una amplia mayoría de pacientes, mejorando incluso de los 3 meses a los 12 meses (Figura 31). También las escalas de valoración utilizadas, Maryland y AOFAS, mejoraron en la mayoría de los pacientes, alcanzando la mayor puntuación en ambas a los 3 meses de la cirugía (Figura 32).

Tabla 12

	Influencia de la edad	
	<50 años	>50 años
	Promedio (DE) Rango	Promedio (DE) Rango
Número	23	37
Edad (años)	23 (6) (48 – 23) (186 – 158)	63 (8) (78 – 51)
Altura (cm)	172,13 (7,68)	164,65 (6,49) (180-152)
Peso (kg)	83,22 (15) (117 – 62)	75,4 (12,23) (102 - 55)
IMC (kg/m ²)	28,07 (4,76) (38,1 – 21,38)	27,7 (3,34) (35,86-21,48)
Seguimiento (meses)	54 (29) (102-13)	59 (22) (107-13)
Ángulo calcáneo (°) pre	20,35 (4,18) (28-12)	20,2 (4,53) (34-11)
Ángulo calcáneo (°) 3 m	19,52 (3,86) (25-12)	19,15 (4,34) (34-11)
Ángulo calcaneo diferencia (°)	0,83 (1,07) (3 – 8)	1,05 (1,02) (4 – 0)
EVA pre	9,04 (0,82) (10 – 8)	8,84 (0,96) (10 – 7)
EVA 3 m	0,65 (1,27) (5-0)	0,95 (1,78) (6 – 0)
EVA 12 m	0,48 (1,27) (4 – 0)	0,05 (0,32) (2 – 8)
EVA diferencia	8,39 (1,43) (10-5)	7,89 (1,93) (10 – 3)
Escala Maryland Pre	78,17 (12,41) (85 – 49)	78,59 (11,43) (85 – 44)
Escala Maryland 3 m	99,3 (1,72) (100 – 94)	99,2 (1,75) (100 – 94)
Escala AOFAS pre	73,87 (17,37) (100 – 45)	74,41 (15,45) (100 – 46)
Escala AOFAS 3 m	99 (3,34) (100 – 87)	99,74 (1,6) (100 – 90)

Para estudiar la influencia del peso, expresado como IMC (Kg/m²) sobre la fascitis estudiamos dos grupos, uno con IMC menor de 26 Kg/m², con una media de 24,68 (DE: 1,63; rango: 21,38 – 26,81) Kg/m² y otro grupo por encima de 26 Kg/m², con una media de 30,61 (DE: 3,13; rango: 38,1 – 27,17). No encontramos diferencias entre ambos grupos (Tabla 13).

En la comparación de las dos técnicas quirúrgicas empleadas, la fasciotomía aislada o con resección del espolón del calcáneo no encontramos diferencias en los valores de ambos grupos. El ángulo calcáneo preoperatorio era mayor en el grupo intervenido con fasciotomía

($21,48 \pm 3,44^\circ$) que en el grupo intervenido con resección del espolón del calcáneo ($19,63 \pm 4,7^\circ$) (Tabla 14).

A los tres meses el cambio fue mayor en el grupo intervenido de fasciotomía ($1,19 \pm 1,12^\circ$) que en el grupo con resección del espolón ($0,02 \pm 0,16^\circ$). Estas diferencias no fueron significativas.

El grupo intervenido con resección del espolón de calcáneo no presentó diferencias con el grupo intervenido de fasciotomía aislada (Tabla 14).

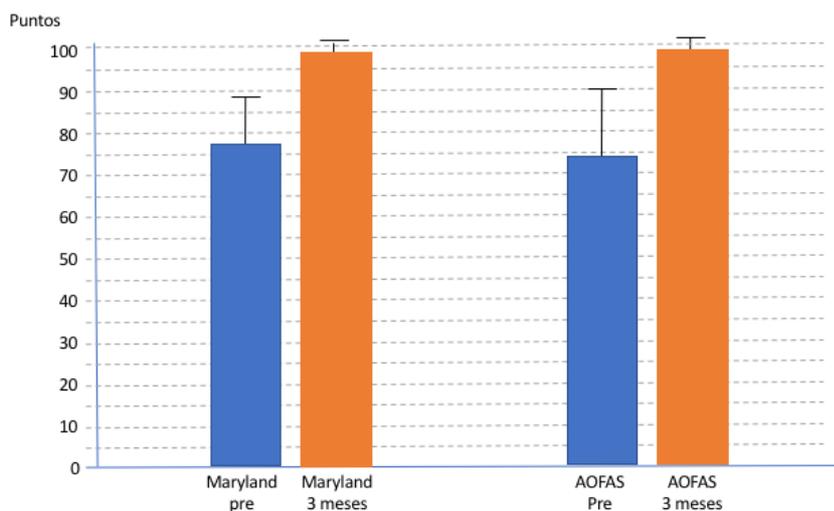


Figura 32. Evolución de las dos escalas de valoración funcional (AOFAS y Maryland) preoperatorias y a los 3 meses de la cirugía.

El grupo con un ángulo de inclinación del calcáneo inferior a 20° tenía mejor escala del dolor (EVA) ($p \geq 0,05$), también mejor resultado con la escala Maryland ($p \geq 0,05$) y mejor escala AOFAS preoperatoria ($p \geq 0,05$) que aquellos pacientes que tenían el ángulo de inclinación más elevado (Tabla 15).

No encontramos diferencias entre aquellos pacientes con una puntuación de la escala AOFAS inferior a 80 puntos en el preoperatorio (media: 51,93; DE: 10,11; rango: 77 - 45) y aquellos que tenían una puntuación superior (media: 81,32; DE: 9,85; rango: 100 - 57). Como se puede ver en la Tabla 16, los valores finales obtenidos fueron semejantes en ambos grupos.

Tabla 13

Influencia del IMC

	<26 (kg/m ²)	>26 (kg/m ²)
	Promedio (DE) (Rango)	Promedio (DE) (Rango)
Número	28	32
Edad (años)	53 (13) (78 – 23)	55 (13) (78 – 32)
Altura (cm)	166,75 (7,22) (180-151)	168,19 (7,97) (184-152)
Peso (kg)	68,79 (8,15) (186-152)	86,81 (12,12) (117 – 66)
IMC (kg/m ²)	24,68 (1,63) (33,4 – 20,38)	30,61 (3,13) (38,1 – 27,17)
Seguimiento (meses)	57 (26) (102 – 13)	57 (23) (107-13)
Ángulo calcáneo (°) pre	20,32 (5,24) (34 – 11)	19,12 (3,26) (28 – 12)
Ángulo calcáneo (°) 3 m	19,5 (5,1) (34 – 11)	19,12 (3,26) (26 – 12)
Ángulo calcáneo diferencia (°)	0,82 (1,16) (4 – 0)	1,1 (0,93) (3 – 0)
EVA pre	8,89 (0,96) (10 – 7)	8,94 (0,88) (10 – 7)
EVA 3 m	0,89 (1,71) (6 – 0)	0,79 (1,53) (6 – 0)
EVA 12 m	0	0,38 (1,1) (4 – 0)
EVA diferencia	8 (1,96) (10 – 3)	8,15 (1,62) (10 – 3)
Escala Maryland Pre	77,39 (13,04) (85-44)	79,29 (10,61) (85 – 49)
Escala Maryland 3 m	99,43 (1,32) (100-95)	99,09 (2) (100-94)
Escala AOFAS pre	74,32 (17,77) (100-46)	74,11 (14,76) (100-45)
Escala AOFAS 3 m	100 (0) (100-100)	99,03 (3,19) (100-87)

Tabla 14

Influencia de la cirugía

	Fasciotomía aislada	Asociada a espolón
	Promedio (DE) (Rango)	Promedio (DE) (Rango)
Número	21	41
Edad (años)	53 (13) (23 – 72)	55 (13) (78 – 32)
Altura (cm)	166,75 (7,41) (180 – 155)	167,9 (8,08) (186-152)
Peso (kg)	77,15 (14,4) (117 – 55)	79,02 (13,6) (105 – 56)
IMC (kg/m ²)	27,66 (4,1) (37,35-21,38)	27,94 (3,86) (38,1 – 21,97)
Seguimiento (meses)	61 (28) (107 – 15)	55 (23) (96 – 13)
Ángulo calcáneo (°) pre	21,48 (3,44) (34 – 17)	19,63 (4,7) (28 – 11)
Ángulo calcáneo (°) 3 m	20,28 (3,52) (34 – 17)	18,78 (4,38) (26 – 11)
Ángulo calcaneo diferencia (°)	1,19 (1,12) (4 – 0)	0,02 (0,16) (1 – 0)
EVA pre	9,14 (0,96) (10 – 7)	8,8 (0,87) (10 – 7)
EVA 3 m	1,05 (1,86) (6 – 0)	8,8 (0,87) (10 – 7)
EVA 12 m	0,09 (0,43)	0,27 (0,97) (3 – 0)
EVA diferencia	8,09 (2,12) (10 – 3)	8,07 (1,59) (10 – 3)
Escala Maryland Pre	78,19 (11,12) (85 – 50)	78,56 (12,13) (85 – 44)
Escala Maryland 3 m	99,05 (1,88) (100 – 94)	99,34 (1,65) (100 – 94)
Escala AOFAS pre	72,86 (17,56) (100 – 46)	74,9 (15,4) (100 – 45)
Escala AOFAS 3 m	99,52 (2,18) (100 – 90)	99,44 (2,53) (100 – 87)

Tabla 15

Influencia del ángulo del calcáneo

	<20°	>20°
	Promedio (DE) (Rango)	Promedio (DE) (Rango)
Número	23	37
Edad (años)	55 (13) (78 – 23)	54 (13) (78 – 32)
Altura (cm)	168,78 (7,45) (182 – 152)	166,73 (8,04) (186 – 152)
Peso (kg)	79,52 (14,72) (117 – 62)	77,7 (13,32) (105 – 55)
IMC (kg/m ²)	27,77 (3,72) (37,35 – 21,38)	27,9 (4,07) (38,1 -21,84)
Seguimiento (meses)	59,43 (26,44) (96 – 13)	55,82 (23,89) (107 – 14)
Ángulo calcáneo (°) pre	15,83 (2,5) (19 – 11)	22,87 (2,87) (34 – 20)
Ángulo calcáneo (°) 3 m	15,34 (2,19) (18 – 11)	21,61 (3,13) (34 – 18)
Ángulo calcáneo diferencia (°)	0,48 (0,59) (2 – 0)	1,25 (1,14) (4 – 0)
EVA pre	8,52 (0,9) (10 – 7)	9,15 (0,84) (10 – 7)
EVA 3 m	0,61 (1,08) (3 – 0)	0,97 (1,84) (6 – 0)
EVA 12 m	0 (0- 0)	0,33 (1,03) (4 – 0)
EVA diferencia	7,91 (1,34) (10 – 5)	8,18 (1,98) (10 – 3)
Escala Maryland Pre	82,17 (8,17) (85 – 56)	76,23 (12,96) (85 – 44)
Escala Maryland 3 m	99,91 (0,29) (100 – 99)	98,84 (2,07) (100 – 94)
Escala AOFAS pre	79,65 (11,51) (100 – 46)	71 (17,55) (100 – 45)
Escala AOFAS 3 m	100 (0) (100 – 100)	99,15 (2,99) (100 – 87)

Tabla 16

Influencia de la escala AOFAS

	<80 puntos	>80 puntos
	Promedio (DE) (Rango)	Promedio (DE) (Rango)
Número	14	55
Edad (años)	52 (10) (71 – 36)	55 (14) (78 – 23)
Altura (cm)	168,14 (6,65) (180 – 158)	167,33 (8,2) (186 – 152)
Peso (kg)	78,79 (13,68) (98 – 55)	78,28 (13,96) (117 – 56)
IMC (kg/m ²)	27,82 (4,41) (36,88 – 21,48)	27,85 (3,8) (38,1 – 21,38)
Seguimiento (meses)	54 (22) (107 – 29)	58 (26) (102 – 13)
Ángulo calcáneo (°) pre	22,1 (3,97) (28- 11)	19,68 (4,38) (34 – 12)
Ángulo calcáneo (°) 3 m	20,26 (3,69) (26 – 11)	18,98 (4,26) (34 – 12)
Ángulo calcaneo diferencia (°)	1,8 (1,26) (4 – 0)	0,7 (0,8) (4 – 0)
EVA pre	9,87 (0,35) (10 – 9)	8,62 (0,82) (10 – 7)
EVA 3 m	0,73 (1,94) (6 – 0)	0,87 (1,5) (6 – 0)
EVA 12 m	0,53 (1,41) (4 – 0)	0,11 (0,52) (3 – 0)
EVA diferencia	9,13 (1,92) (10 – 4)	7,74 (1,59) (10 – 3)
Escala Maryland Pre	59 (7,81) (72 – 44)	84,64 (0,82) (85 – 80)
Escala Maryland 3 m	97,4 (2,35) (100 – 94)	99,83 (0,89) (100 – 94)
Escala AOFAS pre	51,93 (10,11) (77 – 45)	81,32 (9,85) (100 – 57)
Escala AOFAS 3 m	98,47 (4,1) (100 – 87)	99,79 (1,46) (100 – 90)

Complicaciones

No vimos casos de edema persistente, dehiscencia u otros problemas de cicatrización, infección, neuroapraxia, inflamación, entumecimiento o inestabilidad del arco plantar. Con una semana de seguimiento, 18 pies (29,03%) tenían dolor en la columna lateral, desapareciendo, en 14 de los 18 pies (77,77%), los síntomas antes de los 3 meses. Las complicaciones postoperatorias se anotaron en 4 pies (6,45%) con un dolor persistente en la columna lateral después de 3 meses.

En 3 pies (4,83%) se observaron calcificaciones tras la resección del espolón del calcáneo, ninguna tuvo repercusión clínica.

En el cuestionario rellenado por los pacientes, la cirugía cumplió las expectativas de todos los pacientes, todos ellos se volverían a operar si tuvieran los mismos síntomas y todos ellos recomendarían la cirugía a sus amigos.

Estudio en especímenes de cadáver

Durante la evaluación indirecta, cuatro pies (33,3%) presentaron espolón en el talón. No hubo casos de lesión cortical plantar calcánea después de la extracción del espolón.

Durante la evaluación directa, la fasciotomía se realizó en todos los casos, en un pie (8,33%) se clasificó como completo, en diez pies (83,4%) como satisfactorio y en otro pie (8,33%) como parcial.

Se observó un punto de entrada óptimo en todos los casos, con una distancia media a la punta del maléolo tibial de 22,5 mm (\pm 6,9; rango: 35,1 – 12,1), y una distancia media a la línea media de 7,8 mm (\pm 1,7; 11,8 – 5,1) (Tabla 17).

El paquete neuro-vascular medial y las tres ramas del nervio tibial (nervio plantar medial, nervio plantar lateral y nervio calcáneo inferior o nervio de Baxter) se identificaron en todos los casos estudiados.

No se encontraron lesiones iatrogénicas en ningún nervio ni vaso. En todos los pies se observó una lesión del m. flexor corto de los dedos.

Tabla 17

Mediciones desde el punto de entrada (mm)

Maleolo interno	Línea media del pie
18,38	5,89
22,25	6,94
19,95	7,48
12,12	7,40
27,75	7,65
19,60	7,65
15,95	11,78
35,07	5,08
34,11	8,97
17,56	7,89
24,73	9,48
22,64	7,22

Discusión

Cirugía de la fascitis plantar: indicaciones

El grosor de la fascia es fundamental y de mayor importancia que otros datos, para indicar la cirugía en la fascitis [259]. Una fascitis plantar con un grosor ecográfico superior a 4 mm no mejorará con ningún tratamiento conservador. En nuestra casuística ninguno de los pacientes fue intervenido con un grosor de la aponeurosis plantar inferior a 5 mm.

El espolón está en el 89% de los pacientes con fascitis plantar comparado con el 32% en grupos que lo presentan sin fascitis plantar, sin ofrecer diferencias con la edad y el sexo [161]. Hay una evidencia de los cambios histológicos degenerativos en la entesis de la fascia plantar que contribuye a la formación del espolón del calcáneo [2][192]. En RM los procesos inflamatorios aparecen solo en el 8% de los casos y el análisis, en cadáveres y especímenes quirúrgicos, no revelan una inflamación asociada [2].

La fascitis plantar es una patología de las partes blandas y su diagnóstico no se puede basar únicamente en la imagen radiográfica de un espolón del calcáneo o calcificaciones en la inserción del tendón de Aquiles o en el origen de la fascia plantar [171]. Otras veces, se puede ver una tuberosidad pósterio-superior del calcáneo prominente que protuye sobre el tendón de Aquiles, lo que se conoce como enfermedad o deformidad de Haglund, con una sintomatología que procede de la inflamación de la bursa retrocalcánea [5].

La ecografía se ha hecho cada vez más popular como método de diagnóstico [153] y se han destacado sus ventajas sobre la RM [134][171][235][312], es más rápida, económica y más accesible. La ecografía es el método de diagnóstico fundamental en la evaluación de los trastornos de la fascia plantar [95], pues su precisión y fiabilidad son comparables a la RM [259][285]. Una fasciopatía plantar sin tener un engrosamiento superior a los 5 mm, confirmado por ecografía, no mejora con la cirugía [82].

McMillan et al., [233] realizaron una revisión sistemática de la bibliografía, sobre 23 trabajos de fascitis plantar y vieron que la ecografía era el método de diagnóstico más utilizado, mostrando un aumento de grosor de la aponeurosis en los pacientes con sintomatología de 2,16 mm comparado con los controles y también presentaban un espolón del calcáneo con más frecuencia que los controles.

Para Moustafa et al., [244] la ecografía es eficaz para el diagnóstico de la fascitis plantar, pero también evalúa la respuesta de los diferentes tratamientos pues detecta el cambio del grosor de la fascia plantar. La ecografía es comparable a la RM [312], posee mejor resolución espacial para detectar las estructuras superficiales, la manipulación del paciente es sencilla y detecta hallazgos en tiempo real. En la clasificación de la fascitis plantar, la ecografía es más sensible (91,3%) para el diagnóstico de la entesopatía que en los cambios músculo-aponeuróticos (55%) . La ecografía tiene un 100% de sensibilidad y un 65,2% de especificidad en el diagnóstico de la fascitis plantar para detectar el aumento de grosor de la fascia y un 66,7% de sensibilidad y un 82,6% de especificidad para detectar cambios de ecogenicidad en pacientes con fascitis plantar tras infiltrar corticoides [244].

La cirugía moderna tiende a utilizar técnicas poco agresivas que mejoran la recuperación y la incorporación a las actividades diarias y minimiza algunas complicaciones de la cirugía abierta [82], pero la falta de visualización del campo quirúrgico aumenta el riesgo potencial de lesiones iatrogénicas.

El atrapamiento de la primera rama del nervio plantar lateral es una causa común del dolor recalcitrante del talón plantar que puede ser tratada quirúrgicamente con una fasciotomía

plantar percutánea. La fasciotomía plantar de incisión única es una técnica relativamente nueva, pero con menor visualización del campo quirúrgico [355]. La liberación quirúrgica de la fascia del *m. abductor hallucis* y de la aponeurosis plantar se puede hacer con una liberación endoscópica del nervio de Baxter a través de los portales dorsales y plantares [220].

La fasciotomía es una técnica agresiva cuando se hace por un abordaje abierto, tanto cuando se reseca el espolón como cuando no se hace, y puede necesitar de apoyo analgésico y antiinflamatorio durante un tiempo más largo de lo que sería deseable, requiriendo en ocasiones la infiltración con corticoides y anestésicos locales después de la cirugía. La cirugía percutánea (MIS) es menos invasiva y menos traumática y, por lo tanto, deseable para el cirujano y el paciente [38] mejorando la recuperación después de la cirugía [199].

Cualquier técnica debe realizar la liberación completa de la fascia plantar, a pesar de que se ha publicado que desestabiliza la columna lateral e interrumpe el mecanismo de “molinete” del pie. Brugh et al., [44] dijeron que cuando se libera más del 50% de la fascia plantar aumenta el dolor postoperatorio en la columna lateral, aunque de Prado et al., [85] señalan que el dolor persistente en la columna lateral, a los tres meses de la cirugía, afecta a menos del 7% de los pacientes.

Las indicaciones quirúrgicas deben ser precisas, pues el dolor asociado en la columna lateral puede explicarse por otras patologías [95], como son las enfermedades sistemáticas (inflamatorias, metabólicas, neurológicas o vasculares), una lesión intrínseca del calcáneo o una compresión del nervio inferior calcáneo (nervio de Baxter), condiciones que no mejorarían después de una fasciotomía plantar [315]. Por eso, el diagnóstico diferencial exhaustivo antes de la cirugía debe evitar intervenir casos dudosos.

La técnica quirúrgica para efectuar una fasciotomía es muy variada; en algunas publicaciones se recomienda efectuar el 100% de liberación y otros entre el 50% y el 70% [159]. La evolución podría ser diferente pero no ha sido estudiada.

La técnica de actuar sobre la cabeza del músculo gemelo interno, para resolver un acortamiento o contractura de este, parece, aunque el número de la casuística es pequeño, que tiene buenos resultados con pocas complicaciones y no provoca alteraciones de la biomecánica del pie [1][229].

El acortamiento del *m. tríceps sural* se comprueba con la rodilla completamente extendida para ver si la dorsiflexión pasiva de la articulación del tobillo causa un aumento significativo de la rigidez de los músculos gemelos. Por el contrario, cuando hay una rigidez del tendón de Aquiles y de la fascia plantar vemos que aumenta con la dorsiflexión pasiva del tobillo, independientemente de la posición de la rodilla [17][151].

La tensión del tendón de Aquiles tiene un efecto mayor sobre la fascia plantar que el propio peso del cuerpo. Por tanto, una elongación del tendón de Aquiles relaja a la fascia plantar. Patel y DiGiovanni [266] encontraron que el 83%, de 254 pacientes con fascitis plantar, tenían una contractura aislada del músculo gemelo. También la limitación de la dorsi-flexión de la articulación del tobillo favorece la aparición de una fascitis plantar [107][296][393] y cuando el tendón de Aquiles está acortado o contracturado, la dorsi-flexión estará limitada y se producirá una pronación excesiva del pie para compensar el acortamiento [393].

La sección del *m. gemelo* se ha indicado en la fascitis plantar, tendinopatías no insercionales del Aquiles y metatarsalgia [88][89][229]. El test clínico para identificar una contractura de los *m. gemelos* aislado fue descrito por Silfverskiöld [337]. El examinador mantenía el pie en inversión completa, para evitar la posible dorsi-flexión de la articulación medio-tarsiana, y se extiende y

flexiona la rodilla. Si el grado de dorsi-flexión del tobillo no cambia con los cambios articulares de la rodilla, se considera que hay una rigidez del tendón de Aquiles. Si el borde lateral del pie no puede colocarse en posición plantígrada con la rodilla en extensión se considera que hay un acortamiento de los músculos gemelos. Por su parte, Gamba et al., [110] sostienen que la bibliografía es inconsistente, en muchos casos son estudios retrospectivos con pocos casos. Si bien, la rigidez aislada del m. gemelo no puede tratarse con métodos conservadores [266].

Se han realizado diferentes técnicas quirúrgicas para tratar la rigidez aislada del m. gemelo en el tratamiento de la fascitis plantar, que se clasifican según el nivel anatómico de sección. Liberando la aponeurosis proximal del gemelo con un abordaje interno puede dañar el nervio safeno y la vena safena magna [140]. Un abordaje más distal, en la unión miotendinosa, ha dado buenos resultados para el tratamiento de la fascitis plantar [229]. Por su parte, la técnica de Strayer puede dañar el nervio sural y deja malos resultados cosméticos, además de necesitar una inmovilización con un yeso después de la cirugía [140].

Maskill et al., [229] efectuaron secciones de los m gemelos en 25 pacientes con fascitis plantar encontrando mejorías evidentes a los 20 meses. Para Abbassian et al., [1] la liberación o elongación del m. gemelo es una técnica sencilla y en 21 fascitis plantares el 81% mostraron una clara mejoría. Según estos autores, la cirugía local sobre la fascia tiene peores resultados y precisan más tiempo de recuperación con problemas asociados de la columna lateral del pie y colapso del arco longitudinal medial.

También se ha seccionado la aponeurosis de ambas cabezas de los m. gemelos con una incisión transversa única [25]; esta técnica se ha modificado de forma que se libera solo la cabeza medial del gemelo con una pequeña incisión medial [1] que tiene menor riesgo de producir una lesión nerviosa. La porción medial de los m. gemelos es más voluminosa, tanto el músculo como la aponeurosis que la porción lateral. El área de la sección de corte de la aponeurosis de la cabeza medial del m. gemelo es 2,4 veces mayor que la lateral [130] y, por lo tanto, contribuye más en caso de rigidez muscular.

Los resultados han sido buenos con la liberación de los m. gemelos [1][239] y no precisa de reposo o tratamiento especial postquirúrgico. Se ha señalado una pérdida de fuerza tras la cirugía en el m tríceps sural [63], pero esto no se ha visto en todos los casos. Monteagudo et al., [239] incluyen dos atletas en su casuística quienes tras la cirugía volvieron a la competición al mismo nivel que previamente a la cirugía. Wheeler [384] señala que el 75% de sus pacientes recomendarían la cirugía a sus amigos o familiares. La mitad de los pacientes se vieron libres de dolor tras la cirugía, con una reducción general del EVA en el 79%, dato que concuerda con otros trabajos publicados [33][159][221][389].

Ficke et al., [105] revisaron 18 casos (17 pacientes) de fascitis plantar crónica en pacientes con sobrepeso u obesidad ($IMC = 34.7\text{kg/m}^2$) que se sometieron a la liberación del m. gastrocnemio, con una edad media de 46 años y un seguimiento de 20 meses. El índice de función del pie mejoró de 66,4 antes de la operación a 26,5 después de la misma. También el dolor mejoró de 8,3 antes a 2,4 en el seguimiento final.

Resultados de la cirugía

La fasciotomía plantar percutánea es un abordaje efectivo. Lane et al., [196] sobre 45 pacientes, encontraron un 96% de resultados excelentes con reducción de dolor y Benton-Weil et al., [38] señalaron que el 83% de sus pacientes vieron sus expectativas cumplidas o superadas con

la fasciotomía plantar percutánea. En nuestro estudio, todos los pacientes vieron cumplidas sus expectativas.

Después de la fasciotomía percutánea vimos una mejoría significativa en los pacientes. Las escalas funcionales, a los 3 meses, mejoraron. El MFS aumentó una media de 21 puntos, de 78,43 a 99,24 y la escala AOFAS una media de 25 puntos, de 72,4 a 99,46. Sin embargo, a pesar de los buenos resultados, estas escalas no son útiles para evaluar una fascitis plantar y estamos de acuerdo con Pinsker et al., [276] que demuestran poca validez y no recomiendan su utilización. Sin embargo, no hay una escala específica para la talagia. Además, las escalas de valoración están todas en inglés, algunas han sido homologadas al español, entre las más conocidas están la FFI (Foot Function Index), AOFAS (American Orthopaedics Foot and Ankle Society), WOMAC (Western Ontario and McMaster University Osteoarthritis Index), LFIS (Leeds Foot Impact Scales) o MFPDQ (Manchester Foot Pain and Disability Questionnaire). El FFI centrado en la función del pie en pacientes con patología músculo-esquelética [311]. Todas las escalas reflejan un estado general de la persona o a lo sumo del pie en conjunto, por lo que deformidades o patologías en otras localizaciones del pie pueden enmascarar la mejoría de la fascitis plantar.

Efecto de la fasciotomía sobre la estructura del pie

Las alteraciones estructurales y morfológicas de la fascia, después de una fasciotomía, es otro aspecto que ha despertado interés y son el objetivo de nuestro trabajo, pues se puede producir una pérdida de estabilidad intrínseca y un efecto negativo sobre la función del pie [43].

Muchos estudios se han focalizado en las complicaciones potenciales asociadas con la fasciotomía completa. La fasciotomía completa puede provocar una sobrecarga en la columna lateral del pie (síndrome de la columna lateral) y producir un aplanamiento del arco longitudinal medial del pie, desarrollando un pie plano [44]. Tiempo después de la fasciotomía puede volver el dolor como consecuencia de una hiperpronación del pie [364][384]. Murphy et al., [246] en un estudio sobre cadáveres, señalaron que la fasciotomía completa produce una rotación en equino del calcáneo y una caída del hueso cuboides; Gefen et al., [111] en una simulación computacional, concluyeron que las sollicitaciones a tensión exceden las tensiones normales en un 200%, llevando a una deformación del arco longitudinal. Estos trabajos sobre cadáver son difíciles de trasladar a la clínica por la variabilidad de los especímenes y de los tejidos que hace difícil hacer una evaluación de la distribución de cargas [60].

La fasciotomía o la rotura de la fascia plantar también afecta al antepié aumentando las cargas sobre el segundo metatarsiano que será peor cuanto mayor sea la liberación [332]. Las publicaciones medidas en la RM han confirmado la deformación del arco interno estando de pie [111][112], aunque otro trabajo vio que mientras que el arco disminuye en altura no se produce un colapso completo, aunque se haga una disección del ligamento plantar largo adicional [60].

Un trabajo con plantillas instrumentadas, colocadas antes y después de la fasciotomía demostraron un desplazamiento lateral del centro de presiones en el momento del impulso durante la marcha comparado con grupos control, por lo cual Tweed et al., [364] concluyen que la fasciotomía puede llevar a un colapso del arco interno que desplaza la carga hacia dentro más que hacia fuera.

En general, las consecuencias biomecánicas de la cirugía no están claras pero la fasciotomía parece cambiar la estabilidad del arco en cadáveres con un mayor efecto en las fasciotomías totales que en las parciales [384].

La liberación parcial de la fascia plantar, en el cadáver, también disminuye el arco longitudinal medial [21][51][180]. El déficit comienza cuando se supera el 25% de resección [357]. Otro estudio, sobre cadáveres, han demostrado que la liberación de la fascia plantar reduce la rigidez del arco en un 25% [151] y otro trabajo anatómico demostró que la fasciotomía cambia la posición de las articulaciones del pie y disminuye la altura del arco, concluyendo que la fasciotomía no debería hacerse en pacientes con un pie plano [182]. Sin embargo, estos trabajos no consideran los estabilizadores dinámicos del pie y el control funcional del mismo. Otros trabajos sobre cadáveres han demostrado cambios significativos en las columnas medial y lateral con una liberación únicamente del tercio interno de la fascia plantar que parece producir una deformación del ligamento calcáneo-cuboideo y de la cápsula articular que podría ser la causa de un dolor persistente en la parte externa del mediopié, en algunos casos, después de la cirugía [246].

Si bien la fascia plantar provee el mayor soporte del arco longitudinal también hay otras estructuras que ayudan a conseguir estabilidad, los estabilizadores estáticos, como los ligamentos plantares, o los estabilizadores dinámicos, como son el m. tibial posterior o el m. peroneo lateral largo. Cheung et al., [60], en un estudio con elementos finitos, sugieren que la liberación de toda la planta tiene consecuencias biomecánicas al disminuir la estabilidad del arco, pero no consideraron las cápsulas articulares e idealizaron los tejidos como isotrópicos, por lo que el modelo queda lejos de la realidad.

Brugh et al., [44] en un estudio clínico de pacientes con fascitis plantar operados con cirugía abierta, concluyeron que la aparición de dolor en la columna lateral se encuentra en un 50% de los pacientes cuando se libera la fascia. Este dolor de la columna lateral es más frecuente cuando se hace una liberación completa de la fascia que cuando la liberación es parcial, con porcentajes entre el 33% y el 66% de su anchura [104]. Se debe seccionar menos del 50% de la fascia plantar pues seccionar más conlleva el riesgo de colapso del arco interno del pie y dolor en la parte lateral del pie. Estudios en cadáveres han reproducido la sobrecarga del radio lateral del pie [246]. En nuestro estudio, con una liberación completa de la fascia, el 93,55 % de los pies no tuvieron dolor de la columna lateral a los 3 meses de la cirugía.

La prevención del daño a las estructuras anatómicas es crucial con cualquier técnica quirúrgica y también para la liberación de fascia plantar percutánea [53]. Las lesiones nerviosas, tanto en los nervios sensitivos, mayores como menores, es probablemente una fuente de morbilidad poco reconocida después de una cirugía percutánea. No obstante, no tuvimos casos de lesiones de las estructuras neuro-vasculares utilizando nuestras referencias.

Resultados clínicos

Hay que resaltar que laceramos la porción superficial del m. flexor corto de los dedos en todos los pies con nuestro procedimiento, debido a su íntima relación anatómica con la fascia plantar. El m. flexor corto de los dedos es un músculo intrínseco del pie que surge del proceso plantar medial y lateral del calcáneo y también de la fascia plantar. Teniendo esto en cuenta, una liberación completa de la fascia plantar siempre dañará una porción del origen del m. flexor corto de los dedos. Sin embargo, su lesión no es clínicamente relevante.

El riesgo mínimo de complicaciones quirúrgicas [43], asociado a la ausencia de lesiones vasculares y nerviosas y la efectividad de la fasciotomía, en los cadáveres vimos que más del 90%

de nuestras fasciotomías son completas que nos conduce a recomendarla como una técnica de primera línea para resolver estos problemas.

Sahu [318] en un estudio prospectivo reclutó a 78 pacientes con fascitis plantar, operados con una fasciotomía percutánea, bajo anestesia local y seguidos durante un año. El alivio del dolor se logró en promedio a las ocho semanas después de la cirugía y los resultados fueron buenos y excelentes en el 95% de los pacientes. No encontraron complicaciones de inestabilidad de la columna lateral, tarsitis sinusal, metatarsalgia ni complicaciones relacionadas con la herida. El 88,46% (69/78) de los pacientes informaron satisfacción total y el 6,41% (9/78) satisfacción parcial después del tratamiento.

En 39 pies de pacientes con fascitis plantar recalcitrante, 19 pies recibieron una fasciotomía abierta y los otros 20 pies una ablación por radiofrecuencia percutánea, con un seguimiento medio de 59 meses, sin encontrar diferencias en el EVA postoperatorio ni en las puntuaciones AOFAS-AH entre los dos grupos. Los pacientes informaron satisfacción después de cualquier tipo de cirugía [397].

La liberación completa de la fascia, por medio de una incisión elimina los síntomas en el 75% de los casos [239], aunque con experiencia persisten los síntomas en un 10% de los pacientes con fascitis plantar intervenidos [108-110] y alcanza resultados satisfactorios en el 95% de los casos [31][358][378]. Por eso, los pacientes deben estar informados de que la cirugía puede no mejorar los síntomas [50], puede presentarse una fascitis plantar recalcitrante que es una condición difícil para conseguir la curación [68].

Cuando se realiza una técnica percutánea hay que identificar el punto de entrada y tener puntos de referencia correctos [53] (Figura X). Entre los inconvenientes de la cirugía se pueden señalar el abordaje, la inmovilización y dentro de las complicaciones estarán el aplanamiento del arco, la lesión de los nervios, la fractura de calcáneo y el tiempo de recuperación largo [260][381].

Othman y Ragab [260] compararon dos grupos de pacientes con fascitis plantar inverterada, unos fueron operados con artroscopia y a otro grupo lo sometieron a ondas de choque. El grupo tratado con artroscopia mejoró el dolor con la EVA de 9,1 a 1,6. Además, el 58,8% de los pacientes no tenían limitación para sus actividades, el 35,3% tenían limitaciones mínimas y el 5,9% moderadas. En cuanto a la satisfacción, el 82,3% de los pacientes estaban muy satisfechos, el 11,8% con reservas y el 5,9% estaban insatisfechos. Por su parte, en el grupo tratado con ondas de choque, el dolor mejoró, el EVA pasó de 9 a 2,1. El 50% de los pacientes no tenían limitaciones funcionales, en el 35% eran mínimas, el 10% moderadas y el 5% eran graves. En cuanto a la satisfacción, el 75% de los pacientes estaban muy satisfechos y el 25% lo estaban con reservas.

Tang et al., [348] en un estudio retrospectivo aleatorizado, utilizaron dos abordajes endoscópicos diferentes, un grupo con incisiones dobles lateral (23 pacientes) y otro grupo con una incisión medial y otra lateral (21 pacientes) sin encontrar diferencias significativas en las escalas AOFAS-AHS, ni el EVA entre los dos grupos. En el grupo con incisiones medial y lateral, presentaron 3 casos de lesión de la primera rama del nervio plantar lateral. Malahias et al., [224] incluyen en su revisión 15 estudios sobre el tratamiento endoscópico de la fascitis plantar que cumplen con los criterios con un total de 535 pacientes (576 pies), la tasa de complicaciones postoperatorias fue del 11%, siendo las complicaciones más comunes el dolor persistente en el talón (5,6%), parestesias o entumecimiento (4,3%), problemas de curación de tejidos blandos (1,7%) e infección superficial (0,4%).

Gamba et al., [110] incluyeron pacientes con fascitis plantar crónica y fueron asignados aleatoriamente a una cirugía de fasciotomía abierta o a liberación del músculo gemelo interno,

independientemente de la prueba de Silfverskjold [337]. El seguimiento se llevó a cabo hasta un año y no encontraron diferencias en la escala AOFAS, EVA ni con el SF-36. La satisfacción fue muy buena en el 85,8% del grupo liberación del gemelo y en el 89,5% del grupo fasciotomía. La recuperación fue más rápida en el grupo liberación músculo gemelo que, según los autores, debe ser la primera opción en el tratamiento quirúrgico de la fascitis.

Chaiwanichsiri et al., [54] en su estudio, en la población urbana de Bangkok, sobre 213 personas mayores, no vieron ninguna relación con el pie plano a excepción del sobrepeso. El pie plano era un seguro frente a las caídas seguramente por presentar una mayor superficie de carga. Con mayor frecuencia de artrosis de rodilla y de fascitis plantar, a pesar de tener mayor prevalencia de pies planos, las mujeres mayores tienen mayor índice de caídas que los hombres. El dolor en el pie se encontró en el 22,8% de las mujeres y tan solo en el 5,5% de los hombres.

Cirugía MIS o percutánea

Preferimos evaluar nuestros resultados fijándonos en dos aspectos “dolor” y “satisfacción”, el EVA disminuye una media de 8 puntos, a los 3 meses, con el cuestionario de Benton-Weil [38]. Todos nuestros pacientes alcanzaron sus expectativas con la cirugía, todos recomendarían la cirugía a un amigo y todos se volverían a operar de nuevo conociendo la evolución de su proceso.

Sin embargo, estos buenos resultados no nos empujan a ampliar la indicación de la cirugía MIS. Es más, pensamos que el éxito de esta técnica, se basa en seleccionar los pacientes de manera adecuada. Además, hay que tener en cuenta que un cirujano debe hacer la técnica que mejor conozca y domine [82].

Las indicaciones tienen que ser precisas. El dolor asociado de la columna lateral se puede explicar por otras patologías que simulan la fascitis plantar, donde es necesario precisar el diagnóstico y efectuar un claro diagnóstico diferencial [95], con enfermedades sistémicas (inflamatorias, metabólicas, neurológicas o vasculares), la lesión intrínseca del calcáneo o también la compresión del nervio de Baxter [315].

En la bibliografía encontramos series poco consistentes donde algunos pacientes no alcanzan sus expectativas. No podemos olvidar que hay discrepancias entre el número de pacientes diagnosticados de fascitis plantar y el número de pacientes buscando un tratamiento [360].

Una adherencia incompleta al tratamiento puede ser la causa de fracaso y explica los malos resultados del tratamiento quirúrgico.

Tenemos, por lo tanto, que insistir en la necesidad de confirmar las sospechas clínicas apoyados en la imagen, especialmente en la ecografía o la RM [285], fundamentales en el diagnóstico y evaluación de la fascitis plantar [95].

La cirugía percutánea requiere un buen conocimiento de la técnica y contar con la infraestructura adecuada.

La liberación total de la fascia plantar puede disminuir la altura del arco, pero esto no significa que produzca un colapso del arco longitudinal del pie [60]. En nuestro estudio hemos valorado el colapso del arco midiendo el ángulo de inclinación del calcáneo. Observamos que los pacientes con un ángulo de inclinación más pequeño tenían mejor puntuación en todas las escalas preoperatorias (EVA, Maryland y AOFAS), estos mejores resultados se mantenían con las revisiones a los tres meses después de la cirugía, con la escala EVA (dolor) y la escala del pie de Maryland.

Las técnicas mínimamente invasivas son de creciente interés ya que pueden resolver, o al

menos minimizar, problemas asociados con la cirugía abierta del talón [82]. Una parte de los cirujanos del pie son escépticos sobre el uso de estas técnicas como procedimientos habituales, por las posibles complicaciones derivadas al carecer de una visión directa del campo operatorio. Sin embargo, la fasciotomía plantar percutánea ha demostrado ser un procedimiento rápido y seguro, permitiendo un retorno rápido a las actividades cotidianas [196], con una tasa de éxito entre 83 y 96% [38][196], con una baja tasa de complicaciones [43], aunque otros presentan buenos o excelentes resultados en el 68% de los pacientes [149].

Oliva et al., [256] realizaron la liberación percutánea de la fascia plantar sin especificar su punto de entrada exacto, lo que dificulta la reproducción de la técnica quirúrgica. En nuestro estudio se ha definido el punto de entrada plantar basado en una referencia de confianza para realizar la fasciotomía [53]. Hemos utilizado dos puntos de referencia, la cara plantar del calcáneo, en la radiografía lateral estándar del tobillo, y la línea media del pie, que se puede dibujar fácilmente antes de la cirugía.

A pesar de los excelentes resultados obtenidos, no todas las intervenciones deben realizarse con cirugía MIS o percutánea. La cirugía MIS es una herramienta para el cirujano y no un fin en sí misma, reservada para cirujanos con experiencia en cirugía abierta y también percutánea [82] que precisa de una larga curva de aprendizaje.

Resección del espolón del calcáneo

El espolón se origina en la tuberosidad del calcáneo, en la porción posterior de la superficie plantar del calcáneo. La mayoría proceden de la apófisis interna de la tuberosidad, pero también puede estar en la apófisis lateral e incluso en el surco entre ambas [96][308][404].

El espolón del calcáneo se encuentra en el origen de los músculos flexores cortos del pie se ha correlacionado con el dolor calcáneo. Sin embargo, esta asociación no se ha podido establecer. Espolones del calcáneo se encuentran en un 50% de los pacientes con talalgia [335]. Solo un 5,2% de los pacientes con espolón de calcáneo señalan haber tenido dolor en el calcáneo [388], aunque están presentes en pacientes con dolor crónico calcáneo.

En algunos casos, pocos, el espolón del calcáneo puede representar variaciones del desarrollo normal del calcáneo [300][373]. En la mayoría de las ocasiones es un espolón adquirido, aunque no está claro. Sin embargo, hay muchas teorías y la más defendible es que el espolón del calcáneo se produce por una sollicitación a tracción repetida de la fascia plantar o de los músculos intrínsecos en el punto de inserción en el calcáneo [2][96][107][232][281].

Hay una relación causal entre la talalgia y el espolón del calcáneo [57][96][198][232]. Las personas con espolón del calcáneo tienen 4,6 más probabilidades de tener o de haber padecido una talalgia que aquellos que no tienen el espolón [236]. La relación no es fácil de determinar, pues el espolón está presente entre el 10% y el 63% de los controles asintomáticos [198][259][261][404]. Un estudio ha demostrado que el 45% de los talones analizados eran dolorosos sin espolón o tenían un espolón y no eran dolorosos [198]. El dolor en presencia de un espolón se puede deber a muchos factores, incluyendo el tamaño, forma, compresión del nervio y asociación de una inflamación, por sobrepeso, o la presencia de microfracturas [96][175][314][404]. Dos meta-análisis han mostrado que el índice de masa corporal y el espolón del calcáneo están asociados con el dolor de talón crónico. También se ha establecido la asociación con la edad, disminución del ángulo de dorsiflexión del tobillo y periodos largos en bipedestación [155][272]. El espolón del calcáneo disminuye la elasticidad del tejido adiposo

plantar del talón [31][261]. Tras ajustar para el sexo y la edad, pacientes con espolón de calcáneo eran 7 veces más obesos comparado con los que no tenían el espolón [236]. Rubin y Witten [308] encontraron que el 46% de estos pacientes con espolón del calcáneo presentaban sobrepeso comparado con el 27% en el grupo control. Moroney et al., [242] vieron que el 82% de pacientes con espolón del calcáneo doloroso tenían sobrepeso u obesidad. También entre las personas con espolón, había cuatro veces más de pacientes diabéticos.

Se ha propuesto como parte del proceso normal del envejecimiento, con una tendencia hacia la osificación de los ligamentos, así como del ligamento plantar largo y los tendones que se insertan directamente en el hueso [198][232]. Sin embargo, la mitad de los espolones del calcáneo no están en el interior de la fascia plantar o en el interior de los músculos intrínsecos del pie, como ocurre con la tracción del tendón de Aquiles, si no que se encuentran alrededor de los mismos [192][210].

Los pacientes con menos tejido adiposo plantar desarrollan más presiones plantares durante la marcha [241]. El incremento de espolones con la edad sugiere esta teoría. Sin embargo, un espolón se forma por el resultado de las sollicitaciones, según una serie de factores funcionales y estructurales y a la predisposición genética de cada individuo para formar hueso [181].

El espolón del calcáneo parece que guarda relación con la edad, pues es más frecuente en pacientes de más edad [24][39][96][236][281][299][308].

Las personas de más edad cambian su patrón de marcha lo que puede contribuir al desarrollo del espolón, pues se produce un mayor contacto relativo del talón y del medio-pie, con una reducción de la longitud de paso [328].

No se ha encontrado una relación del espolón calcáneo con el sexo, aunque se ha señalado que las mujeres presentan más espolones. Moroney et al., [242] encontraron en una población con una edad media de 38 años, una incidencia del 17% en las mujeres frente al 9% en los varones. Igualmente, Riepert et al., [299] vieron una incidencia del 16,3% frente al 6,5% y Banadda et al., [24] una incidencia del 18% frente al 13%, siempre mayor en el sexo femenino. El espolón se encontró más frecuentemente en mujeres que en hombres en edades menores de 49 años [361][397].

La resección del espolón no es una garantía de buenos resultados en el tratamiento de la fascitis plantar, pues como hemos señalado, en la mitad de los casos, el espolón no está al mismo nivel [27]El espolón del calcáneo puede ser una respuesta adaptativa a sollicitaciones repetidas con orientación vertical [210][236]. También podría ser una adaptación del hueso a las tensiones mecánicas para reducir el riesgo de fracaso en la inserción calcánea de la fascia plantar o para proteger el calcáneo frente a las microfracturas [37][192].

Duvries et al., [96] mantienen que el espolón es más frecuente en los pies planos. Sin embargo, hay autores que no han visto la relación del espolón con la morfología del pie [198][236]. La tensión de la fascia plantar aumenta cuando se aplana el arco longitudinal interno; si a esto añadimos un aumento del peso se producen mayores presiones de apoyo durante la marcha [146][186][258].

Johannsen et al., [162] estudiaron el efecto de la fasciotomía parcial endoscópica y la extracción del espolón del talón. Luego evaluaron, mediante ecografía, si la fascia se regenera y los cambios tras la resección del espolón del talón tras la cirugía. El grosor fascial medio en la inserción medial fue de 6.0 mm (rango 4.6-6.8 mm) antes de la operación y un año después de la operación se demostró una fascia bien definida en el área de resección en 8 casos. En el resto de

los casos, el tejido cicatricial hizo imposible delinear claramente la fascia, sin encontrar recurrencia del espolón óseo.

Un 72% de los pies reumáticos tienen espolones [78][236][382] y personas con espolón del calcáneo tienen entre 3 y 10 veces más posibilidades de presentar, al menos, una zona de artrosis comparado con la población general y el 92% de los que tienen un espolón presentan osteofitos en otros lugares del esqueleto frente al 23% de los que no tienen espolón [242][308].

La aponeurosis plantar es más gruesa en pacientes con espolón del calcáneo plantar, tiene grosores de 4,95 a 6,1 mm en pacientes con fascitis frente a 3,22 a 4,0 mm en sujetos sin patología [2][192]. La relación entre el espolón y la fascia plantar es muy variable y la fascia se puede asociar con todo o parte del espolón, o no guardar ninguna relación con ella [27][210]. Algunos autores describen el espolón como embebido en la propia fascia, mientras que para otros mantienen la fascia es completamente independiente del espolón y se sitúa plantar a la misma [96][107][192][232].

Cuando se realiza una escisión y liberación de la fascia plantar, se han encontrado recurrencias del 31%-50%, a los 9 meses, sugiriendo que hay otro tipo de etiología [57].

Hay quien defiende la inflamación como el hecho fundamental para la formación del espolón, que puede ser secundario a una lesión por fatiga o un proceso natural de la evolución de la fascitis plantar [2]. El proceso inflamatorio resulta una proliferación localizada alrededor del origen de la fascia plantar y forma un espolón irregular [96]. Pero los espolones irregulares también aparecen en la cara plantar del calcáneo donde se inserta la fascia plantar y los músculos intrínsecos, por lo que se ha relacionado fácilmente con la fascitis plantar.

En el tratamiento quirúrgico de la fasciopatía plantar, el abordaje abierto con liberación del tercio medial de la fascia ha sido el tratamiento quirúrgico más seguido [239]. Es probable que el abordaje medial sea menos doloroso que un abordaje plantar directo [347] y existe una preocupación por los problemas de cicatrices cuando se utiliza un abordaje plantar a través de la almohadilla de grasa del talón, lo que podría provocar necrosis grasa o cicatrices plantares dolorosas. Aunque estas complicaciones no se pudieron abordar con un estudio cadavérico, De Prado [82] sostiene que la fasciotomía plantar completa percutánea, a través de un abordaje plantar, no presenta complicaciones relacionadas con las cicatrices debido al pequeño tamaño de la incisión en la cirugía percutánea.

Hay estudios con resultados contradictorios sobre la fasciopatía plantar y su relación con los espolones del calcáneo [6][210] y está consensuado que una fasciotomía plantar aislada tiene los mismos resultados que fasciotomías asociadas a la resección del espolón del calcáneo [38], aunque la resección del espolón no siempre es necesario [43]. Hay pocos estudios, con hallazgos controvertidos, estableciendo una relación de la fascitis plantar y su relación con el espolón del calcáneo [6]. En nuestro estudio hemos preferido realizar una resección sistemática del espolón pues, en nuestra opinión, comporta beneficios psicológicos sobre el paciente quien, habitualmente, asocia el espolón con su dolor. Después de todo, consideramos la cirugía como un éxito si se cumplen las expectativas del paciente [38]. En cualquier caso, la resección del espolón se puede acompañar de complicaciones menores, aunque también algunas de mayor importancia y raras como es la fractura del calcáneo.

Apóstol-González et al., [15] describieron una fractura de calcáneo y, de acuerdo con nuestra perspectiva, concluyeron que es muy importante determinar el punto correcto para efectuar la incisión en la piel para evitar este problema. La incisión debe ser realizada en la cara plantar del talón, a 10 mm por fuera de una línea que iría desde la porción interna de la cara plantar del

calcáneo hasta el borde plantar, cruzando la punta del espolón [196], para mantener la integridad de la cortical plantar del calcáneo [15] y evitar una fractura.

El ángulo de inclinación del calcáneo

El ángulo de inclinación del calcáneo (CPA) es el ángulo formado por una línea que transcurre tangente al borde inferior del calcáneo y el plano de soporte del pie en una radiografía lateral en carga. Es una medida de la alineación del retropié con respecto al antepié [76] que correlaciona con el ángulo del arco longitudinal y sirve para evaluar los cambios en el arco longitudinal interno.

El valor medio del CP es 20,54° [76] pero hay variaciones en los valores normales según los diferentes autores, aceptando un rango que va de 18° a 20°. Un CPA disminuido es consistente con un pie plano [44], un ángulo $\leq 10^\circ$ indica un pie plano [76], aunque Lo et al., [215] ponen el límite en 12,3° para diferenciar un pie normal de un pie plano. En nuestro estudio, el valor medio del CP fue 20,2° antes de la cirugía cayendo a 19,3° en la última evaluación. Es una diferencia no significativa que puede ser atribuida a las mediciones del observador y a pequeños cambios en la posición del pie. Younger et al., [395], en la evaluación radiográfica del pie plano del adulto, analizaron la correlación intraobservador del CPA, obteniendo un coeficiente de 0,68, un valor que puede explicar la variabilidad de nuestros resultados.

Las personas con dolor plantar tienen mayor incidencia de espolones del calcáneo comparado con los controles (65,9% frente al 15,5%), pero también poseen menor ángulo calcáneo (15,9° frente a 20,5°) [281].

El arco cambia con la edad de manera muy diferente según el sexo. El pie de las mujeres, con la edad, tiende a desarrollar un pie plano y un hallux valgus, mientras que el pie del hombre suele mantener un arco normal o alto lo cual previene el hallux valgus. Debido a ese arco más alto en los hombres mayores tienen mayor tendencia a desarrollar dedos en martillo, en garra o en cuello de cisne [52][54].

Complicaciones

La cirugía es insatisfactoria entre un 10% al 50% de los pacientes operados por una fascitis [33][159][221][389], revisando la bibliografía de todo tipo. Las complicaciones varían; hay trabajos que no presentan ninguna complicación y otros, por el contrario, tienen una gran frecuencia de pacientes con dolor en el talón o en el dorso del pie, dolor en el pie no intervenido, cicatrices dolorosas o molestas o un dolor crónico por una algodistrofia simpática refleja [389]. Las malas evoluciones se tienen con pacientes complejos o con una sintomatología grave. También los pacientes obesos tienen peor evolución [33]. Bazaz y Ferkel [33] vieron peor satisfacción entre los pacientes intervenidos percutáneamente con sintomatología tratada durante, al menos, dos años antes de recurrir a la cirugía.

La rotura de la fascia plantar, en ausencia de un diagnóstico claro de fascitis plantar, por infiltraciones con corticosteroides o lesión es muy rara. Tan solo se han presentado siete registros en la bibliografía [330].

La escisión y liberación de la fascia plantar, presenta recurrencias en el 31-50% de los casos, a los 9 meses, sugiriendo otro tipo de etiología [57].

Pero las complicaciones más graves publicadas en la cirugía de la fascitis plantar son la infección, neuropraxia, atrapamiento nervioso o formación de fibromas que son muy raras con la

cirugía percutánea [43]. Esta técnica es simple, rápida y permite al paciente volver a sus actividades inmediatamente [196].

Limitaciones y fortalezas del estudio

En este tipo de estudios son muchos los datos que se manejan, sin embargo, muchas apreciaciones y valoraciones son subjetivas. Por otro lado, es difícil medir con exactitud los ángulos radiográficos, presentan variabilidad, aunque el ángulo de inclinación del calcáneo es sencillo de obtener siempre pueden existir diferencias en la forma de obtenerlo. Se ha comentado que las escalas de valoración de las talalgias no son específicas, están diseñadas para valorar el pie en función de la persona. La talalgia es un dolor insidioso, que se sobrelleva mucho tiempo, que en la mayoría de los casos permite la actividad profesional del paciente, pero restringe su vida social y deportiva. Esto hace que pueda crear un estado de ansiedad y malestar que una cirugía no resuelve de forma inmediata, aunque esté muy bien realizada. Un estudio biomecánico de valoración de las presiones plantares hubiese sido de mucha ayuda para valorar objetivamente la cirugía

El estudio cuenta con fortalezas como son una cirugía igual para todos los casos, efectuada por el mismo cirujano con experiencia en cirugía percutánea del pie, haciendo una fasciotomía completa y resecaando el espolón del calcáneo cuando estaba.

Conclusiones

1. La fasciotomía plantar completa con resección del espolón del calcáneo cuando lo hay, ha demostrado una mejoría en todos los pacientes operados valorados tanto con la escala AOFAS como con la escala Maryland. El dolor, valorado con las escalas señaladas y con la escala visual analógica, desapareció en todos los casos.

2. El ángulo de inclinación del calcáneo medio medido antes de la cirugía fue de $20,2^{\circ}$ (DE: $4,37^{\circ}$; rango: 11° - 34°) y al final del seguimiento el valor medio fue de $19,3^{\circ}$ (DE: $4,4^{\circ}$; rango: 11° - 34°), sin apreciar diferencia. En 25 pies (40,32%) el ángulo no se modificó; en 21 pies (33,87%) el ángulo disminuyó 1° ; en 11 pies cayó 2° (17,74%); en 3 pies (4,83%) 3° y en 2 pies (3,22%) 4° .

3. En el estudio anatómico no se encontraron lesiones iatrogénicas. Siempre se observó la sección completa de la aponeurosis plantar y una laceración asociada del m. flexor corto de los dedos. El paquete neuro-vascular medial y las tres ramas del n. tibial (n. plantar medial, n. plantar lateral y el n. calcáneo inferior) estaban intactos en todos los pies diseccionados.

Bibliografía

1. Abbassian A, Kohls-Gatzoulis J, Solan MC. Proximal medial gastrocnemius release in the treatment of recalcitrant plantar fasciitis. *Foot Ankle Int.* 2012; 33:14-9.
2. Abreu MR, Chung CB, Mendes L, Mohana-Borges A, Trudell D, Resnick D. Plantar calcaneal enthesophytes: new observations regarding sites of origin based on radiographic, MR imaging, anatomic and paleopathologic analysis. *Skeletal Radiol* 2003; 32:13-21.
3. Acevedo J, Beskin J: Complications of plantar fascia rupture associated with corticosteroid injection. *Foot Ankle Int* 1998, 19:91-97.
4. Acosta-Olivo C, Elizondo Rodriguez J, Lopez-Cavazos R, Vilchez-Cavazos F, Simental-Mendia M, Mendoza-Lemus O. Plantar fasciitis-a comparison of treatment with intralesional steroids versus platelet-rich plasma. a randomized, blinded study. *J Am Podiatr Med Assoc.* 2017; 107:490-6.
5. Agyekum EK, Ma K. Heel pain: A systematic review. *chin j traumatol.* 2015; 18:164-9.
6. Ahmad J, Karim A, Daniel JN. Relationship and classification of plantar heel spurs in patients with plantar fasciitis. *Foot Ankle Int.* 2016; 37:994-1000.
7. Akinoglu B, Köse N, Kirdi N, Yakut Y. Comparison of the acute effect of radial shock wave therapy and ultrasound therapy in the treatment of plantar fasciitis: a randomized controlled study. *Pain Med.* 2017; 18:2443-52.
8. Alexander R, Ker R, Bennet M, Bibby S, Kester R. The spring in the arch of the human foot. *Nature.* 1987; 325:147-9.
9. Alfredson H, Ohberg L, Forsgren S. Is vasculo-neural ingrowth the cause of pain in chronic Achilles tendinosis? An investigation using ultrasonography and colour Doppler, immunohistochemistry, and diagnostic injections. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc.* 2003; 11:334-8.
10. Alshami AM, Souvlis T, Coppieters MW. A review of plantar heel pain of neural origin: differential diagnosis and management. *Man Ther.* 2008; 13:103-11.
11. Alvarez R. Preliminary results on the safety and efficacy of the OssaTron for treatment of plantar fasciitis. *Foot Ankle Int.* 2002; 23:197-203.
12. Aminian A, Sangeorzan BJ. The anatomy of cavus foot deformity. *Foot Ankle Clin.* 2008; 13:191-8.
13. Aoki KR. Evidence for antinociceptive activity of botulinum toxin type A in pain management. *Headache* 2003; 43(suppl): 9–15.
14. Aoki KR. Review of a proposed mechanism for the antinociceptive action of botulinum toxin type A. *Neurotoxicology* 2005; 26:785-93.
15. Apostol-Gonzalez S, Herrera J, Herrera I. Fractura de calcáneo como complicación de tratamiento percutáneo de fasciitis plantar. Reporte de un caso. *Acta Ortopédica Mexicana.* 2014; 28:134-43.
16. Arnold JB, Caravaggi P, Fraysse F, Thewlis D, Leardini A. Movement coordination patterns between the foot joints during walking. *J Foot Ankle Res.* 2017; 10:47.
17. Aronow MS, Diaz-Doran V, Sullivan RJ, Adams DJ. The effect of triceps surae contracture force on plantar foot pressure distribution. *Foot Ankle Int.* 2006; 27:43-52.
18. Assad S, Ahmad A, Kiani I, Ghani U, Wadhwa V, Tom TN. Novel and conservative approaches towards effective management of plantar fasciitis. Muacevic A, Adler JR, eds. *Cureus* 2006; 8:e913.

19. Babcock MS, Foster L, Pasquina P, Jabbari B. Treatment of pain attributed to plantar fasciitis with botulinum toxin a: a short-term, randomized, placebo-controlled, double-blind study. *Am J Phys Med Rehabil* 2005; 84: 649-54.
20. Badakhshi H, Budch V. Low dose radiotherapy for plantar fasciitis. Treatment outcome of 171 patients. *Foot (Edinb)* 2014; 24:172-5.
21. Bader L, Park K, Gu Y, O'Malley MJ. Functional outcome of endoscopic plantar fasciotomy. *Foot Ankle Int.* 2012; 33:37-43.
22. Badlissi F, Dunn JE, Link CL, Keysor JJ, McKinlay JB, Felson DT. Foot musculoskeletal disorders, pain, and foot-related functional limitation in older persons. *J Am Geriatr Soc.* 2005; 53:1029-33.
23. Baldassin V, Gomes CR, Beraldo PS. Effectiveness of prefabricated and customized foot orthoses made from low-cost foam for noncomplicated plantar fasciitis: a randomized controlled trial. *Arch Phys Med Rehabil.* 2009; 90:701-6.
24. Banadda BM, Gona O, Vaz R, Ndlovu DM. Calcaneal spurs in a black African population. *Foot Ankle.* 1992; 13:352-4.
25. Barouk P, Barouk LS. Clinical diagnosis of gastrocnemius tightness. *Foot Ankle Clin.* 2014; 19:659-67
26. Barr KP, Harrast MA. Evidence-based treatment of foot and ankle injuries in runners. *Physical medicine and rehabilitation clinics of North America* 2005; 16:779-99.
27. Barrett SJ, O'Malley R. Plantar fasciitis and other causes of heel pain. *Am Fam Physician.* 1999; 59:2200-6.
28. Basmajian JV, Bentzon JW. An electromyographic study of certain muscles of the leg and foot in the standing position. *Surg Gynec & Obst.* 1954; 98:662-6.
29. Basmajian JV, Stecko G. Role of muscles in arch support of the foot. *J Bone Joint Surg (Am).* 1963; 45-A:1180-90.
30. Bauer T, De Lavigne C, Biau D. Percutaneous hallux valgus surgery: a prospective multicenter study of 189 cases. *Orthop Clin North Am.* 2009; 40:505-14.
31. Baxter DE, Pfeiffer GB. Treatment of chronic heel pain by surgical release of the first branch of the lateral plantar nerve. *Clin Orthop Rel Res* 1992; 279:229-36.
32. Baxter ML, Baycroft C, Baxter GD. Lower limb injuries in soldiers: feasibility of reduction through implementation of a novel orthotic screening protocol. *Mil Med.* 2011; 176:291-6.
33. Bazaz R, Ferkel RD. Results of endoscopic plantar fascia release. *Foot Ankle Int.* 2007; 28:549-56.
34. Beck CM, Dickerson AR, Kadado KJ, Cohen ZA, Blair SE, Motley TA, et al. Novel investigation of the deep band of the lateral plantar aponeurosis and its relationship with the lateral plantar nerve. *Foot Ankle Int.* 2019; 40:1325-30.
35. Beeson P. Plantar fasciopathy: revisiting the risk factors. *Foot Ankle Surg.* 2014; 20:160-5.
36. Belhan O, Kaya M, Gurger M. The thickness of heel fat-pad in patients with plantar fasciitis. *Acta Orthop Traumatol Turc.* 2019; 53:463-7.
37. Benjamin M. The fascia of the limbs and back. A review. *J Anat.* 2009; 214:1-18.
38. Benton-Weil W, Borrelli AH, Weil LS Jr, Weil LS Sr. Percutaneous plantar fasciotomy: a minimally invasive procedure for recalcitrant plantar fasciitis. *J Foot Ankle Surg.* 1998; 37:269-72.

39. Beytemür O, Öncü M. The age dependent change in the incidence of calcaneal spur. *Acta Orthop Traumatol Turc.* 2018; 52:367-71.
40. Bojsen-Moller F, Flagstad KE. Plantar aponeurosis and internal architecture of the ball of the foot. *J Anat.* 1976; 121:599-611.
41. Bolgla LA, Malone TR. Plantar fasciitis and the windlass mechanism: a biomechanical link to clinical practice. *J Athl Train.* 2004; 39:77-82.
42. Bolívar YA, Munuera PV, Padillo JP. Relationship between tightness of the posterior muscles of the lower limb and plantar fasciitis. *Foot Ankle Int.* 2013; 34:42-8.
43. Borrelli AH. Percutaneous plantar fasciotomy for the surgical treatment of refractive plantar fasciitis. *Tech Foot Ankle Surg.* 2011; 10:49-55.
44. Brugh AM, Fallat LM, Savoy-Moore RT. Lateral column symptomatology following plantar fascial release: a prospective study. *J Foot Ankle Surg.* 2002; 41:365-71.
45. Buchbinder R, Ptasznik R, Gordon J, Buchanan J, Prabakaran V, Forbes A. Ultrasound-guided extracorporeal shock wave therapy for plantar fasciitis. A randomized controlled trial. *JAMA* 2002; 288:1364-72.
46. Buchbinder R. Clinical practice. Plantar fasciitis. *N Engl J Med.* 2004; 350:2159-66.
47. Burks JB, Buk A. Bilateral fractures of the infracalcaneal exostosis. *J Foot Ankle Surg.* 2003; 42:43-4.
48. Burns J, Crosbie J, Hunt A, Ouvrier R. The effect of pes cavus on foot pain and plantar pressure. *Clin Biomech (Bristol, Avon)* 2005; 20:877-82.
49. Canyilmaz E, Canyilmaz F, Aynaci O, Colak F, Serdar L, Uslu GH, Aynaci O, Yoney A. Prospective randomized comparison of the effectiveness of radiation therapy and local steroid injection for the treatment of plantar fasciitis. *Int J Radiat Oncol Biol Phys.* 2015; 92:659-66.
50. Cardenuto Ferreira R. Talalgia: plantar fasciitis. *Rev Bras Ortop.* 2014; 49:213-7.
51. Carlson RE, Fleming LL, Hutton WC. The biomechanical relationship between the tendoachilles, plantar fascia and metatarsophalangeal joint dorsiflexion angle. *Foot Ankle Int.* 2000; 21:18-25.
52. Caselli MA, George DH. Foot deformities: biomechanical and pathomechanical changes associated with aging, Part I. *Clin Podiatr Med Surg.* 2003; 20:487-509.
53. Çatal B, Keskinbora M, Keskinöz EN, Tümentemur G, Azboy I, Demiralp B. Percutaneous plantar fascia release with needle: anatomic evaluation with cadaveric specimens. *J Foot Ankle Surg.* 2019; 58:842-6.
54. Chaiwanichsiri D, Janchai S, Tantisiriwat N. Foot disorders and falls in older persons. *Gerontology.* 2009; 55:296-302.
55. Chanda A, McClain S. Mechanical modeling of healthy and diseased calcaneal fat pad surrogates. *Biomimetics (Basel).* 2019; 4. pii: E1.
56. Chang C, Miltner L. Periostitis of the os calcis. *J Bone Joint Surg.* 1934; 16:355-64
57. Chang CD, Wu JS. MR imaging findings in heel pain. *Magn Reson Imaging Clin N Am.* 2017; 25:79-93.
58. Chen HS, Chen LM, Huang TW. Treatment of painful heel syndrome with shock waves. *Clin Orthop Relat Res.* 2001; 387:41-6.
59. Chen YJ, Wu YC, Tu YK, Cheng JW, Tsai WC, Yu TY. Autologous blood-derived products compared with corticosteroids for treatment of plantar fasciopathy: A systematic review and meta-analysis. *Am J Phys Med Rehabil.* 2019; 98:343-52.

60. Cheung JT, An KN, Zhang M. Consequences of partial and total plantar fascia release: a finite element study. *Foot Ankle Int.* 2006; 27:125-32.
61. Chia KK, Suresh S, Kuah K, Ong JL, Phua JM, Seah AI. Comparative trial of the foot pressure patterns between corrective orthotics, formthotics, bone spur pads and flat insoles in patients with chronic plantar fasciitis. *Ann Acad Med Singap.* 2009; 38:869-75.
62. Chiew SK, Ramasamy TS, Amini F. Effectiveness and relevant factors of platelet-rich plasma treatment in managing plantar fasciitis: A systematic review. *J Res Med Sci.* 2016; 21:38.
63. Chimera NJ, Castro M, Manal K. Function and strength following gastrocnemius recession for isolated gastrocnemius contracture. *Foot Ankle Int.* 2010; 31:377-84.
64. Chimutengwende-Gordon M, O'Donnell P, Singh D. Magnetic resonance imaging in plantar heel pain. *Foot Ankle Int.* 2010; 31:865-70.
65. Chundru U, Liebeskind A, Seidelmann F, Fogel J, Franklin P, Beltran J. Plantar fascitis and calcaneal spur formation are associated with abductor digiti minimi atrophy on MRI of the foot. *Skeletal Radiol.* 2008; 37:505-10.
66. Cleland JA, Abbott JH, Kidd MO, Stockwell S, Cheney S, Gerrard DF, Flynn TW. Manual physical therapy and exercise versus electrophysical agents and exercise in the management of plantar heel pain: a multicenter randomized clinical trial. *J Orthop Sports Phys Ther.* 2009; 39:573-85.
67. Close J, Inman V, Poor P, Todd FN. The function of the subtalar joint. *Clin Orthop Relat Res.* 1967; 50:159-79.
68. Cole C, Seto C, Gazewood J. Plantar Faciitis: evidence-based review of diagnosis and therapy. *Am Fam Physician* 2005; 72:2238-42.
69. Conesa X, Ustes X, Parals F, Ribau MA, Vía-Dufresne O, Novell J. Percutaneous salvage surgery for Weil metatarsal osteotomies. *Clin Res Foot Ankle.* 2014; 2:125.
70. Contri MB, Guerra D, Vignali N, Taparelli F, Marcuzzi A, Caroli A, et al. Ultrastructural and immunocytochemical study on normal human plantar aponeurosis. *Anat Rec* 1994; 240:314-21.
71. Cornwall MW, McPoil TG. Relationship between static foot posture and foot mobility. *J Foot Ankle Res.* 2011; 4:4.
72. Cralley JC, Schuberth JM, Fitch KL. The deep band of the plantar aponeurosis of the human foot. *Anat Anz.* 1982; 152:189-97.
73. Crary JL, Hollis JM, Manoli A. The effect of plantar fascia release on strain in the spring and long plantar ligaments. *Foot Ank Int.* 2003; 24:245-50.
74. Crawford F, Thomson C. Interventions for treating plantar heel pain. *Cochrane Database Syst Rev.* 2003; 3:CD000416.
75. Cutts S, Obi N, Pasapula C, Chan W. Plantar fasciitis. *Ann R Coll Surg Engl.* 2012; 94:539-42.
76. Dahiru AU OS, Hamidu AU, Danborn B. Calcaneal Pitch and Lateral Talocalcaneal Angle among Nigerians. *Int J Morphol.* 2013; 31:528-32.
77. David JA, Sankarapandian V, Christopher PR, Chatterjee A, Macaden AS. Injected corticosteroids for treating plantar heel pain in adults. *Cochrane Database Syst Rev.* 2017; 6:CD009348.
78. Davis PF, Severud E, Baxter DE. Painful heel syndrome: results of nonoperative treatment. *Foot Ankle Int* 1999; 15:53-5.

79. Davis WH, Sobel M, DiCarlo EF, Torzilli PA, Deng X, Geppert MJ, et al. Gross, histological and microvascular anatomy and biomechanical testing of the spring ligament complex. *Foot Ankle Int* 1996; 17:95-102.
80. De Dea M, L Loizou C, Allen GM, Wilson DJ, Athanasou N, Uchihara Y, Cooke P, Cosker T. Talonavicular ligament: prevalence of injury in ankle sprains, histological analysis and hypothesis of its biomechanical function. *Br J Radiol.* 2017 Mar;90(1071):20160816.
81. De Prado M, Ripoll P, Golanó P. *Minimally Invasive Foot Surgery: Surgical Techniques, Indications, Anatomical Basis.* Barcelona: About your health publishers; 2009.
82. De Prado M. Complications in minimally invasive foot surgery. *Fuß Sprunggelenk.* 2013; 11:83-94.
83. De Prado M. Enfermedad de Haglund-Sever y pie 'cavus'. *Rev. Ortop. Traum.* 1981; 25 IB:303-10.
84. De Prado M. Minimally Invasive Foot Surgery: A Paradigm Shift. En: Maffulli N (ed). *Minimally Invasive Surgery of the Foot and Ankle.* London: Springer, 2011; pp:3-11.
85. De Prado M, Cuervas-Mons M, De Prado V, Golanó P, Vaquero J. Does the minimally invasive complete plantar fasciotomy result in deformity of the Plantar arch? A prospective study. *Foot Ankle Surg.* 2019.
86. Delfaut EM, Demondion X, Bieganski A, Thiron MC, Mestdagh H, Cotten A. Imaging of foot and ankle nerve entrapment syndromes: from well-demonstrated to unfamiliar sites. *Radiographics.* 2003; 23:613-23.
87. Di Caprio F, Buda R, Mosca M, Calabro' A, Giannini S. Foot and lower limb diseases in runners: assessment of risk factors. *J Sports Sci Med.* 2010; 9:587-96.
88. DiGiovanni BF, Moore AM, Zlotnicki JP, Pinney SJ. Preferred management of recalcitrant plantar fasciitis among orthopaedic foot and ankle surgeons. *Foot Ankle Int.* 2012; 33:507-12.
89. DiGiovanni BF, Nawoczenski DA, Lintal ME, Moore EA, Murray JC, Wilding GE, Baumhauer JF. Tissue-specific plantar fascia-stretching exercise enhances outcomes in patients with chronic heel pain. A prospective, randomized study. *J Bone Joint Surg (Am).* 2003; 85-A:1270-7.
90. Digiovanni BF, Nawoczenski DA, Malay DP, Graci PA, Williams TT, Wilding GE, Baumhauer JF. Plantar fascia-specific stretching exercise improves outcomes in patients with chronic plantar fasciitis. A prospective clinical trial with two-year follow-up. *J Bone Joint Surg (Am).* 2006; 88-A:1775-81.
91. DiMarcangelo MT, Yu TC. Diagnostic imaging of heel pain and plantar fasciitis. *Clin Podiatr Med Surg.* 1997; 14:281-301.
92. Dimou ES, Brantingham, JW, Wood T. A randomised, controlled trial (with blinded observer) of chiropractic manipulation and achilles stretching vs. orthotics for the treatment of plantar fasciitis. *J Am Chiropr Ass.* 2004; 4:32-42.
93. Donley BG, Moore T, Sferra J, Gozdanovic J, Smith R. The efficacy of oral nonsteroidal anti-inflammatory medication (NSAID) in the treatment of plantar fasciitis: a randomized, prospective, placebo-controlled study. *Foot Ankle Int.* 2007; 28:20-3.
94. Donovan A, Rosenberg ZS, Cavalcanti CF. MR imaging of entrapment neuropathies of the lower extremity. Part 2. The knee, leg, ankle, and foot. *Radiographics.* 2010; 30:1001-19.

95. Draghi F, Gitto S, Bortolotto C, Draghi AG, Ori Belometti G. Imaging of plantar fascia disorders: findings on plain radiography, ultrasound and magnetic resonance imaging. *Insights Imaging*. 2017; 8:69-78.
96. Duvries HL. Heel spur (calcaneal spur). *AMA Arch Surg*. 1957; 74:536-42.
97. Dyal CM¹, Feder J, Deland JT, Thompson FM. Pes planus in patients with posterior tibial tendon insufficiency: asymptomatic versus symptomatic foot. *Foot Ankle Int*. 1997; 18:85-8.
98. Ehrmann C, Maier M, Mengiardi B, Pfirrmann CWA, Sutter R. Calcaneal attachment of the plantar fascia: MR findings in asymptomatic volunteers. *Radiology*. 2014; 272:807-14.
99. Engkananuwat P, Kanlayanaphotporn R, Purepong N. Effectiveness of the Simultaneous Stretching of the Achilles tendon and plantar fascia in individuals with plantar fasciitis. *Foot Ankle Int*. 2018; 39:75-82.
100. Erdem CZ, Sarikaya S, Erdem LO, Ozdolap S, Gundogdu S. MR imaging features of foot involvement in ankylosing spondylitis. *Eur J Radiol*. 2005; 53:110-9.
101. Erdemir A, Piazza SJ. Changes in foot loading following plantar fasciotomy: a computer modelling study. *J Biomech Eng*. 2004; 126:237-43.
102. Ermutlu C¹, Aksakal M, Gümüştaş A, Özkaya G, Kovalak E, Özkan Y. Thickness of plantar fascia is not predictive of functional outcome in plantar fasciitis treatment. *Acta Orthop Traumatol Turc*. 2018; 52:442-6.
103. Evans EJ, Benjamin M, Pemberton DJ. Fibrocartilage in the attachment zones of the quadriceps tendon and patellar ligament of man. *J Anat* 1990; 186:155-62.
104. Faghini N, Clark GD. Percutaneous plantar fasciotomy for recalcitrant plantar fasciitis. In *Podiatry Institute Update 2010 Textbook*, 2010; pp: 278-86.
105. Ficke B, Elattar O, Naranje SM, Araoye I, Shah AB. Gastrocnemius recession for recalcitrant plantar fasciitis in overweight and obese patients. *Foot Ankle Surg*. 2018; 24:471-3.
106. Fishco WD, Goecker RM, Schwartz RI. The instep plantar fasciotomy for chronic plantar fasciitis. A retrospective review. *Am Podiatr Med Assoc*. 2000; 90:66-9.
107. Forman WM, Green MA. The role of intrinsic musculature in the formation of inferior calcaneal exostoses. *Clin Podiatr Med Surg*. 1990; 7:217-23.
108. Franson J. Some new ideas in the treatment of retrocalcaneal exostosis. *Foot Ankle Spec*. 2008; 1:309-11.
109. Furey JG. Plantar fasciitis. The painful heel syndrome. *J Bone Joint Surg (Am)*. 1975; 57-A:672-3.
110. Gamba C, Serrano-Chinchilla P, Ares-Vidal J, Solano-Lopez A, Gonzalez-Lucena G, Ginés-Cespedosa A. Proximal medial gastrocnemius release versus open plantar fasciotomy for the surgical treatment in recalcitrant plantar fasciitis. *Foot Ankle Int*. 2020; 41:267-74.
111. Gefen A. Stress analysis of the standing foot following surgical plantar fasciae release. *J Biomech*. 2002; 35:629-37.
112. Gefen A. The in vivo elastic properties of the plantar fascia during the contact phase of walking. *Foot Ankle Int*. 2003; 24:238-44.
113. Genc H, Saracoglu M, Nacir B, Erdem HR, Kacar M. Long-term ultrasonographic follow-up of plantar fasciitis patients treated with steroid injection. *Joint Bone Spine*. 2005; 72:61-5.

114. Gerdesmeyer L, Frey C, Vester J, Maier M, Weil Jr L, Weil Sr L, et al. Radial extracorporeal shock wave therapy is safe and effective in the treatment of chronic recalcitrant plantar fasciitis: results of a confirmatory randomized placebo-controlled multicenter study. *Am J Sports Med.* 2008; 36:2100-9.
115. Giannestras NJ. *Trastornos del pie.* 1ª ed., Barcelona: Salvat, 1979
116. Giannini S, Ceccarelli F, Benedetti MG, Faldini C, Grandi G. Surgical treatment of adult idiopathic cavus foot with plantar fasciotomy, naviculocuneiform arthrodesis, and cuboid osteotomy. A review of thirty-nine cases. *J Bone Joint Surg (Am).* 2002; 84-A(Suppl)2:62-9.
117. Gibbon WW, Long G. Ultrasound of the plantar aponeurosis (fascia). *Skeletal Radiol.* 1999; 28:21-6.
118. Gill LH, Kiebzak GM. Outcome of nonsurgical treatment for plantar fasciitis. *Foot Ankle Int.* 1996; 17:527-32.
119. Gill LH. Plantar fasciitis: diagnosis and conservative management. *J Am Acad Orthop Surg.* 1997; 5:109-17.
120. Goecker RM, Banks AS. Analysis of release of the first branch of the lateral plantar nerve. *J Am Podiatr Med Assoc.* 2000; 90:281-6.
121. Goff JD, Crawford R. Diagnosis and treatment of plantar fasciitis. *Am Fam Physician.* 2011; 84:676-82.
122. Gökoğlu F, Ceceli E, Ramadan SU, Yorgancioglu ZR, Koşar U. Ultrasonographic evaluation of hand and foot tendons in Behçet's disease. *Arch Med Res.* 2008; 39: 709-13.
123. Gonnade N, Bajpayee A, Elhence A, Lokhande V, Mehta N, Mishra M, et al. Regenerative efficacy of therapeutic quality platelet-rich plasma injections versus phonophoresis with kinesiotaping for the treatment of chronic plantar fasciitis: A prospective randomized pilot study. *Asian J Transfus Sci.* 2018; 12:105-11.
124. Granado MJ, Lohman EB 3rd, Daher NS, Gordon KE. Effect of gender, toe extension position, and plantar fasciitis on plantar fascia thickness. *Foot Ankle Int.* 2019; 40:439-46.
125. Grasel RP, Schweitzer ME, Kovalovich AM, Karasick D, Wapner K, Hecht P, Wander D. MR imaging of plantar fasciitis: edema, tears, and occult marrow abnormalities correlated with outcome. *AJR Am J Roentgenol.* 1999; 173:699-701.
126. Grim C, Kramer R, Engelhardt M, John SM, Hotfiel T, Hoppe MW. Effectiveness of manual therapy, customised foot orthoses and combined therapy in the management of plantar fasciitis-A RCT. *Sports (Basel).* 2019; 7.
127. Gupta VK. Botulinum toxin-a treatment for migraine? A systematic review. *Pain Med* 2006; 7: 386-94.
128. Gutteck N, Schilde S, Delank KS. Pain on the plantar surface of the foot. *Dtsch Arztebl Int.* 2019; 116:83-8.
129. Hajtmanová E, Kinclová I, Kostková L, Hajtman A, Péc M. Nizkodavkova radioterapia v liecbe plantarnej fasciitidy. [Low-dose radiotherapy in the treatment of plantar fasciitis]. *Klin Onkol.* 2010; 23:104-10.
130. Hamilton PD, Brown M, Ferguson N, Adebibe M, Maggs J, Solan M. Surgical anatomy of the proximal release of the gastrocnemius: a cadaveric study. *Foot Ankle Int.* 2009; 30:1202-6.

131. Hammer DS, Adam F, Kreutz A, Rupp S, Kohn D, Seil R. Ultrasonographic evaluation at 6-month follow-up of plantar fasciitis after extracorporeal shock wave therapy. *Arch Orthop Trauma Surg.* 2005; 125:6-9.
132. Hammer DS, Rupp S, Kreutz A, Pape D, Kohn D, Seil R. Extracorporeal shockwave therapy (ESWT) in patients with chronic proximal plantar fasciitis. *Foot Ankle Int.* 2002; 23:309-13.
133. Hansen L, Krogh TP, Ellingsen T, Bolvig L, Fredberg U. Long-term prognosis of plantar fasciitis: a 5- to 15-year follow-up study of 174 patients with ultrasound examination. *Orthop J Sports Med.* 2018; 6:2325967118757983.
134. Harish S, Kumbhare D, O'Neill J, Popowich T. Comparison of sonography and magnetic resonance imaging for spring ligament abnormalities: preliminary study. *J Ultrasound Med.* 2008; 27:1145-52.
135. Harutaichun P, Boonyong S, Pensri P. Predictors of plantar fasciitis in Thai novice conscripts after 10-week military training: A prospective study. *Phys Ther Sport.* 2019; 35:29-35.
136. Harutaichun P, Pensri P, Boonyong S. Physical and psychological predictors on pain intensity in conscripts with plantar fasciitis. *Braz J Phys Ther.* 2019.
137. Hawke F, Burns J, Radford JA, du Toit V. Custom-made foot orthoses for the treatment of foot pain. *Cochrane Database Syst Rev.* 2008; 3:CD006801.
138. Helbig K, Herbert C, Schostok T, Brown M, Thiele R. Correlations between the duration of pain and the success of shock wave therapy. *Clin Orthop Relat Res.* 2001; 387:68-71.
139. Henkel A. Die Aponeurosis plantaris. *Arch Anat Physiol Abt,* 1913; suppl 113-23.
140. Herzenberg JE, Lamm BM, Corwin C, Sekel J. Isolated recession of the gastrocnemius muscle: the Baumann procedure. *Foot Ankle Int.* 2007; 28:1154-9.
141. Hicks JH. The foot as a support. *Acta Anat (Basel).* 1955; 25:34-45.
142. Hicks JH. The mechanics of the foot. I. The joints. *J Anat.* 1953; 87:345-57.
143. Hicks JH. The mechanics of the foot. II. The plantar aponeurosis and the arch. *J Anat.* 1954; 88:25-30.
144. Hildebrandt G, Seed MP, Freemantle CN, Alam CA, Colville-Nash PR, Trott KR. Effects of low dose ionizing radiation on murine chronic granulomatous tissue. *Strahlenther Onkol.* 1998; 174:580-8.
145. Hill CL, Gill TK, Menz HB, Taylor AW. Prevalence and correlates of foot pain in a population-based study: the North West Adelaide health study. *Foot Ankle Res.* 2008; 1:2.
146. Hills AP, Hennig EM, McDonald M, Bar-Or O. Plantar pressure differences between obese and non-obese adults: a biomechanical analysis. *Int J Obes Relat Metab Disord.* 2001; 25:1674-9.
147. Hiramoto Y. Shape of the fibular part of the plantar aponeurosis in Japanese. *Okajimas Folia Anat Jpn.* 1983; 60:329-37.
148. Hirose CB, McGarvey WC. Peripheral nerve entrapments. *Foot Ankle Clin.* 2004; 9:255-69.
149. Hogan KA, Webb D, Shereff M. Endoscopic plantar fascia release. *Foot Ankle Int.* 2004; 25:875-81.
150. Hollinshead WE. *Functional anatomy of the limbs and back.* 4^a ed., Philadelphia: WB Saunders, 1976

151. Huang J, Qin K, Tang C, Zhu Y, Klein CS, Zhang Z, Liu C. Assessment of passive stiffness of medial and lateral heads of gastrocnemius muscle, achilles tendon, and plantar fascia at different ankle and knee positions using the MyotonPRO. *Med Sci Monit.* 2018; 24:7570-6.
152. Huang K, Giddins G, Wu LD. Platelet-Rich Plasma versus corticosteroid injections in the management of elbow epicondylitis and plantar fasciitis: An updated systematic review and meta-analysis. *Am J Sports Med.* 2019 Dec 10:363546519888450.
153. Huerta JP, Garcia JMA. Effect of gender, age and anthropometric variables on plantar fascia thickness at different locations in asymptomatic subjects. *Eur J Radiol* 2007; 62:449-53.
154. Huffer D, Hing W, Newton R, Clair M. Strength training for plantar fasciitis and the intrinsic foot musculature: A systematic review. *Phys Ther Sport.* 2017; 24:44-52.
155. Hyland MR, Webber-Gaffney A, Cohen L, Lichtman PT. Randomized controlled trial of calcaneal taping, sham taping, and plantar fascia stretching for the short-term management of plantar heel pain. *J Orthop Sports Phys Ther.* 2006; 36:364-71.
156. Irving DB, Cook JL, Menz HB. Factors associated with chronic plantar heel pain: a systematic review. *J Sci Med Sport.* 2006; 9:11-22;
157. Jahss MH, Kummer F, Michelson JD. Investigations into the fat pads of the sole of the foot: heel pressure studies. *Foot Ankle.* 1992; 13:227-32.
158. Jain SK, Suprashant K, Kumar S, Yadav A, Kearns SR. Comparison of plantar fasciitis injected with platelet-rich plasma vs corticosteroids. *Foot Ankle Int.* 2018; 39:780-6.
159. Jerosch J, Schunck J, Liebsch D, Filler T. Indication, surgical technique and results of endoscopic fascial release in plantar fasciitis (E FRPF). *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc.* 2004; 12:471-7.
160. Jiménez-Pérez AE, Gonzalez-Arablo D, Diaz AS, Maderuelo JA, Ramos-Pascua LR. Clinical and imaging effects of corticosteroids and platelet-rich plasma for the treatment of chronic plantar fasciitis: A comparative non-randomized prospective study. *Foot Ankle Surg.* 2019; 25:354-60.
161. Johal KS, Milner SA. Plantar fasciitis and the calcaneal spur: Fact or fiction? *Foot Ankle Surg.* 2012; 18:39-41.
162. Johannsen F, Konradsen L, Herzog R, Rindom Krogsgaard M. Plantar fasciitis treated with endoscopic partial plantar fasciotomy-One-year clinical and ultrasonographic follow-up. *Foot (Edinb).* 2019; 39:50-4.
163. Johannsen FE, Herzog RB, Malmgaard-Clausen NM, Hoegberget-Kalisz M, Magnusson SP, Kjaer M. Corticosteroid injection is the best treatment in plantar fasciitis if combined with controlled training. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc.* 2019; 27:5-12.
164. Johnson-Lynn S, Cooney A, Ferguson D, Bunn D, Gray W, Coorsh J, et al. A feasibility study comparing platelet-rich plasma injection with saline for the treatment of plantar fasciitis using a prospective, randomized trial design. *Foot Ankle Spec.* 2019; 12:153-8.
165. Jones FW. *Structure and function as seen in the foot.* London: Bailliere, Tindall&Cox; 1944.
166. Kalaci A, Cakici H, Hapa O, Yanat AN, Dogramaci Y, Sevinç TT. Treatment of plantar fasciitis using four different local injection modalities: a randomized prospective clinical trial. *J Am Podiatr Med Assoc.* 2009; 99:108-13.

167. Kalniev MA, Krastev D, Krastev N, Vidinov K, Veltchev L, Mileva M. Abnormal attachments between a plantar aponeurosis and calcaneus. *Clujul Med.* 2013; 86:200-2.
168. Kane D, Greaney T, Shanahan M, Duffy G, Bresnihan B, Gibney R, FitzGerald O. The role of ultrasonography in the diagnosis and management of idiopathic plantar fasciitis. *Rheumatology (Oxford).* 2001; 40:1002-8.
169. Kapandji IA. Cuadernos de fisiología articular. Miembro inferior. Barcelona: Toray-Masson, 1980.
170. Kapoor S. Pain management in patients with plantar fasciitis: the emerging role of radial extracorporeal shockwave therapy. *J Foot Ankle Surg.* 2012; 51:541.
171. Karabay N, Toros T, Hurel C. Ultrasonographic evaluation in plantar fasciitis. *J Foot Ankle Surg.* 2007; 46:442-6.
172. Karr SD. Subcalcaneal heel pain. *Orthop Clin North Am.* 1994; 25:161-75.
173. Karthik K, Aarthi S. Intraosseous lipoma of the calcaneus mimicking plantar fasciitis. *Foot Ankle Surg.* 2011; 17:25-7.
174. Katzap Y, Haidukov M, Berland OM, Itzhak RB, Kalichman L. Additive Effect of Therapeutic Ultrasound in the Treatment of Plantar Fasciitis: A Randomized Controlled Trial. *J Orthop Sports Phys Ther.* 2018; 48:847-55.
175. Kelly A, Wainwright A, Winson I. Spur formation and heel pain. *Clin Orthop Relat Res.* 1995; 319:330.
176. Kibler WB, Goldberg C, Chandler TJ. Functional biomechanical deficits in running athletes with plantar fasciitis. *Am J Sports Med.* 1991; 19:66-71.
177. Kim C, Cashdollar MR, Mendicino RW, Catanzariti AR, Fuge L. Incidence of plantar fascia ruptures following corticosteroid injection. *Foot Ankle Spec.* 2010; 3:335-7.
178. Kim PJ, Martin E, Ballehr L, Richey JM, Steinberg JS. Variability of insertion of the Achilles tendon on the calcaneus: an MRI study of younger subjects. *J Foot Ankle Surg.* 2011; 50:41-3.
179. Kim SK, Ioannidis JPA, Ahmed MA, Avins AL, Kleimeyer JP, Fredericson M, et al. Two genetic variants associated with plantar fascial disorders. *Int J Sports Med.* 2018; 39:314-21.
180. Kinley S, Frascone S, Calderone D, Wertheimer SJ, Squire MA, Wiseman FA. Endoscopic plantar fasciotomy versus traditional heel spur surgery: a prospective study. *J Foot Ankle Surg.* 1993; 32:595-603.
181. Kirkpatrick J, Yassaie O, Mirjalili SA. The plantar calcaneal spur: a review of anatomy, histology, etiology and key associations. *J Anat.* 2017; 230:743-51.
182. Kitaoka HB, Luo ZP, An KN. Effect of plantar fasciotomy on stability of arch of foot. *Clin Orthop Relat Res.* 1997; 344:307-12.
183. Kitaoka HB, Luo ZP, Kura H, An K-N. Effect of foot orthoses on 3- dimensional kinematics of flatfoot: a cadaveric study. *Arch Phys Med Rehabil* 2002; 83:876-9.
184. Klein SE, Dale AM, Hayes MH, Johnson JE, McCormick JJ, Racette BA. Clinical presentation and self-reported patterns of pain and function in patients with plantar heel pain. *Foot Ankle Int.* 2012; 33:693-8.
185. Knobloch K, Yoon U, Vogt PM. Acute and overuse injuries correlated to hours of training in master running athletes. *Foot Ankle Int.* 2008; 29:671-6.

186. Kogler GF, Solomonidis SE, Paul JP. Biomechanics of longitudinal arch support mechanisms in foot orthoses and their effect on plantar aponeurosis strain. *Clin Biomech (Bristol, Avon)*. 1996; 11:243-52.
187. Kosmahl EM, Kosmahl HE. Painful plantar heel, plantar fasciitis, and calcaneal spur: etiology and treatment. *J Orthop Sports Phys Ther*. 1987; 9:17-24.
188. Krishnan A, Sharma Y, Singh S. Evaluation of therapeutic effects of extracorporeal shock wave therapy in resistant plantar fasciitis patients in a tertiary care setting. *Med J Armed Forces India*. 2012; 68:236-9.
189. Krivickas LS. Anatomical factors associated with overuse sports injuries. *Sports Med*. 1997; 24:132-46.
190. Krukowska J, Wrona J, Sienkiewicz M, Czernicki J. A comparative analysis of analgesic efficacy of ultrasound and shock wave therapy in the treatment of patients with inflammation of the attachment of the plantar fascia in the course of calcaneal spurs. *Arch Orthop Trauma Surg*. 2016; 136:1289-96.
191. Kullar JS, Randhawa GK, Kullar KK. A study of calcaneal enthesophytes (spurs) in Indian population. *Int J Appl Basic Med Res*. 2014; 4(Suppl):13-6.
192. Kumai T, Benjamin M. Heel spur formation and the subcalcaneal entheses of the plantar fascia. *J Rheumatol* 2002; 29:1957-64.
193. Kwong PK, Kay D, Voner RT, White MW. Plantar fasciitis. Mechanics and pathomechanics of treatment. *Clin Sports Med*. 1988; 7:119-26.
194. Landorf KB, Keenan A-M, Herbert RD. Effectiveness of different types of foot orthoses for the treatment of plantar fasciitis. *J Am Podiatr Med Assoc* 2004; 94:542-9.
195. Landorf KB, Menz HB. Pain on the plantar surface of the foot. *BMJ Clin Evid*. 2008; 2008:1111.
196. Lane GD, London B. Heel spur syndrome: a retrospective report on the percutaneous plantar transverse incisional approach. *J Foot Ankle Surg*. 2004; 43:389-94.
197. Langevin HM, Huijing PA. Communicating about fascia: history, pitfalls, and recommendations. *Int J Ther Massage Bodywork*. 2009; 2:3-8.
198. Lapidus PW, Guidotti FP. Painful heel: report of 323 patients with 364 painful heels. *Clin Orthop Relat Res*. 1965; 39:178-86.
199. Larrain MV, Mauas D, Pavón F, Di Rocco E, Rivarola HF. Liberación endoscópica de la fascia plantar. *Rev Artroscopia*. 2006; 12:111-6.
200. Le ADK, Enweze L, DeBaun MR, Dragoo JL. Current clinical recommendations for use of Platelet-Rich Plasma. *Curr Rev Musculoskelet Med*. 2018; 11:624-34.
201. Leach R, Jones R, Silva T: Rupture of the plantar fascia in athletes. *J Bone Joint Surg [Am]* 1978, 60-A:537-9.
202. Leardini A, Benedetti MG, Berti L, Bettinelli D, Nativo R, Giannini S. Rear-foot, mid-foot and fore-foot motion during the stance phase of gait. *Gait Posture*. 2007; 25:453-62.
203. Lee S-Y, McKeon P, Hertel J. Does the use of orthoses improve self-reported pain and function measures in patients with plantar fasciitis? A meta-analysis. *Phys Ther Sport*. 2009; 10:12-8.
204. Lee SY, Hertel J, Lee SC. Rearfoot eversion has indirect effects on plantar fascia tension by changing the amount of arch collapse. *Foot (Edinb)*. 2010; 20:64-70.

205. Lee TG, Ahmad TS. Intralesional autologous blood injection compared to corticosteroid injection for treatment of chronic plantar fasciitis. A prospective, randomized, controlled trial. *Foot Ankle Int.* 2007; 28:984-90.
206. Lelievre J. *Pathologie du pied*. Paris: Masson et Cie, 1961
207. Lemont H, Ammirati KM, Usen N. Plantar fasciitis: a degenerative process (fasciosis) without inflammation. *J Am Podiatr Med Assoc.* 2003; 93:234-7.
208. Levy JC, Mizel MS, Clifford PD, Temple HT. Value of radiographs in the initial evaluation of nontraumatic adult heel pain. *Foot Ankle Int.* 2006; 27:427-30.
209. Lewis RD, Wright P, McCarthy LH. Orthotics Compared to Conventional Therapy and Other Non-Surgical Treatments for Plantar Fasciitis. *J Okla State Med Assoc.* 2015; 108:596-8.
210. Li J, Muehleman C. Anatomic relationship of heel spur to surrounding soft tissues: greater variability than previously reported. *Clinical anatomy.* 2007; 20:950-5.
211. Lim AT, How CH, Tan B. Management of plantar fasciitis in the outpatient setting. *Singapore Med J.* 2016; 57:168-70;
212. Lim EC, Seet RC. Botulinum toxin, Quo Vadis? *Med Hypotheses* 2007; 69: 718-23.
213. Lindner H, Freislederer R. Langzeitergebnisse der Bestrahlung von degenerativen Skeletterkrankungen. *Strahlenther Onkol.* 1892; 158:217-23.
214. Ling Y, Wang S. Effects of platelet-rich plasma in the treatment of plantar fasciitis: A meta-analysis of randomized controlled trials. *Medicine (Baltimore).* 2018; 97:e12110.
215. Lo HC, Chu WC, Wu WK, Hsieh H, Chou CP, Sun SE, et al. Comparison of radiological measures for diagnosing flatfoot. *Acta Radiol.* 2012; 53:192-6.
216. Lopes AD, Hespanhol Júnior LC, Yeung SS, Costa LO. What are the main running-related musculoskeletal injuries? A Systematic Review. *Sports Med.* 2012; 42:891-905.
217. Louie PK, Sangeorzan BJ, Fassbind MJ, Ledoux WR. Talonavicular joint coverage and bone morphology between different foot types. *J Orthop Res.* 2014; 32:958-66.
218. Louisia S, Masquelet AC. The medial and inferior calcaneal nerves: an anatomic study. *Surg Radiol Anat.* 1999; 21:169-73.
219. Louwers MJ, Sabb B, Pangilinan PH. Ultrasound evaluation of a spontaneous plantar fascia rupture. *Am J Phys Med Rehabil.* 2010; 89:941-4.
220. Lui TH. Endoscopic decompression of the first branch of the lateral plantar nerve and release of the plantar aponeurosis for chronic heel pain. *Arthrosc Tech.* 2016; 5:e589-94.
221. Lundeen RO, Aziz S, Burks JB, Rose JM. Endoscopic plantar fasciotomy: a retrospective analysis of results in 53 patients. *J Foot Ankle Surg.* 2000; 39:208-17.
222. Luvisetto S, Marinelli S, Cobiauchi S, Pavone F. Anti-allodynic efficacy of botulinum neurotoxin A in a model of neuropathic pain. *Neuroscience* 2007; 145:1-4.
223. Mahowald S, Legge BS, Grady JF. The correlation between plantar fascia thickness and symptoms of plantar fasciitis. *J Am Podiatr Med Assoc.* 2011; 101:385-9.
224. Malahias MA, Cantiller EB, Kadu VV, Müller S. The clinical outcome of endoscopic plantar fascia release: A current concept review. *Foot Ankle Surg.* 2020; 26:19-24.
225. Malahias MA, Mavrogenis AF, Nikolaou VS, Megaloikonimos PD, Kazas ST, Chronopoulos E, et al. Similar effect of ultrasound-guided platelet-rich plasma versus platelet-poor plasma injections for chronic plantar fasciitis. *Foot (Edinb).* 2019; 38:30-3.

226. Malay DS, Pressman MM, Assili A, Kline JT, York S, Ben Buren, et al. Extracorporeal shockwave therapy versus placebo for the treatment of chronic proximal plantar fasciitis: results of a randomized, placebo-controlled, double-blinded, multicenter intervention trial. *J Foot Ankle Surg.* 2006; 45:196-210
227. Mann RA. Biomechanics of the foot. *Instr Course Lect.* 1982; 31:167-80-
228. Martin BF. Observations on the muscles and tendons of the medial aspect of the sole of the foot. *J Anat.* 1964; 98:437-53.
229. Maskill JD, Bohay DR, Anderson JG. Gastrocnemius recession to treat isolated foot pain. *Foot Ankle Int.* 2010; 31:19-23.
230. Mathew NT, Frishberg BM, Gawel M, Dimitrova R, Gibson J, Turkel C. Botulinum toxin type A (BOTOX) for the prophylactic treatment of chronic daily headache: a randomized, double-blind, placebo-controlled trial. *Headache* 2005; 45:293-307.
231. May TJ, Judy TA, Conti M, Cowan JE. Current treatment of plantar fasciitis. *Curr Sports Med Rep.* 2002; 1:278-84.
232. 270. McCarthy DJ, Gorecki GE. The anatomical basis of inferior calcaneal lesions. A cryomicrotomy study. *J Am Podiatry Assoc.* 1979; 69:527-36.
233. McMillan AM, Landorf KB, Barrett JT, Menz HB, Bird AR. Diagnostic imaging for chronic plantar heel pain: a systematic review and meta-analysis. *J Foot Ankle Res.* 2009; 2:32.
234. McMillan AM, Landorf KB, Gilheany MF, Bird AR, Morrow AD, Menz HB. Ultrasound guided corticosteroid injection for plantar fasciitis: randomised controlled trial. *BMJ.* 2012; 344:e3260.
235. McNally EG, Shetty S. Plantar fascia: imaging diagnosis and guided treatment. *Semin Musculoskelet Radiol.* 2010; 14:334-43.
236. Menz HB, Thomas MJ, Marshall M, Rathod-Mistry T, Hall A, Chesterton LS, et al. Coexistence of plantar calcaneal spurs and plantar fascial thickening in individuals with plantarheel pain. *Rheumatology (Oxford).* 2019; 58:237-45.
237. Molloy T, Wang Y, Murrell G: The roles of growth factors in tendon and ligament healing. *Sports Med* 2003, 33:381-94.
238. Monteagudo M, de Albornoz PM, Gutierrez B, Tabuenca J, Álvarez I. Plantar fasciopathy: A current concepts review. *EFORT Open Rev.* 2018; 3:485-93.
239. Monteagudo M, Maceira E, Garcia-Virto V, Canosa R. Chronic plantar fasciitis: plantar fasciotomy versus gastrocnemius recession. *Int Orthop.* 2013; 37:1845-50.
240. Moore ES, Kindig MW, McKearney DA, Telfer S, Sangeorzan BJ, Ledoux WR. Hind- and midfoot bone morphology varies with foot type and sex. *J Orthop Res.* 2019; 37:744-59.
241. Morag E, Cavanagh PR. Structural and functional predictors of regional peak pressures under the foot during walking. *J Biomech.* 1999; 32:359-70.
242. Moroney PJ, O'Neill BJ, Khan-Bhambro K, O'Flanagan SJ, Keogh P, Kenny PJ. The conundrum of calcaneal spurs: do they matter? *Foot Ankle Spec.* 2014; 7:95-101.
243. Morton TN, Zimmerman JP, Lee M, Schaber JD. A review of 105 consecutive uniport endoscopic plantar fascial release procedures for the treatment of chronic plantar fasciitis. *J Foot Ankle Surg.* 2013; 52:48-52.
244. Moustafa AM, Hassanein E, Foti C. Objective assessment of corticosteroid effect in plantar fasciitis: additional utility of ultrasound. *Muscles Ligaments Tendons J.* 2016; 5:289-96.

245. Muecke R, Micke O, Reichl B, Heyder R, Prott FJ, Seegenschmiedt MH, et al. Demographic, clinical and treatment related predictors for event-free probability following low-dose radiotherapy for painful heel spurs – a retrospective multicenter study of 502 patients. *Acta Oncol.* 2007; 46:239-46.
246. Murphy GA, Pneumatics SG, Kamaric E, Noble PC, Trevino SG, Baxter DE. Biomechanical consequences of sequential plantar fascia release. *Foot Ankle Int.* 1998; 19:149-52.
247. Murrell GA. Understanding tendinopathies. *Br J Sports Med.* 2002; 36:392-3.
248. Nakale NT, Strydom A, Saragas NP, Ferrao PNF. Association between plantar fasciitis and isolated gastrocnemius tightness. *Foot Ankle Int.* 2018; 39:271-7.
249. Natali AN, Pavan PG, Stecco C. A constitutive model for the mechanical characterization of the plantar fascia. *Connect Tissue Res.* 2010; 51:337-46.
250. Neufeld SK, Cerrato R. Plantar fasciitis: evaluation and treatment. *J Am Acad Orthop Surg.* 2008; 16:338-46.
251. Neuman MG, Nanau RM, Oruña L, Coto G. In vitro anti-inflammatory effects of hyaluronic acid in ethanol-induced damage in skin cells. *J Pharm Pharm Sci.* 2011; 14:425-37.
252. Nishimura A, Nakazora S, Ito N, Fukuda A, Kato K, Sudo A. Endoscopic all-inside repair of the flexor hallucis longus tendon in posterior ankle impingement patients. *Arthrosc Tech.* 2017; 6:1829-35.
253. Notarnicola A, Moretti B. The biological effects of extracorporeal shock wave therapy (eswt) on tendon tissue. *Muscles Ligaments Tendons J.* 2012; 2:33-7.
254. O'Malley MJ, Page A, Cook R. Endoscopic plantar fasciotomy for chronic heel pain. *Foot Ankle Int.* 2000; 21:505-10.
255. Ogden JA, Alvarez R, Levitt R, Cross GL, Marlow M. Shock wave therapy for chronic proximal plantar fasciitis. *Clin Orthop Relat Res.* 2001; 387:47-59.
256. Oliva F, Piccirilli E, Tarantino U, Mafulli N. Percutaneous release of the plantar fascia. New surgical procedure. *Muscles Ligaments Tendons J.* 2017; 7:338-40
257. Onari T. On the so-called double innervated muscles in the human foot planta. *Nihon Univ J Med.* 1960; 19:1411-30.
258. Onwuanyi ON. Calcaneal spurs and plantar heel pad pain. *Foot.* 2000; 10:182-5.
259. Osborne HR, Breidahl WH, Allison, GT. Critical differences in lateral X-rays with and without a diagnosis of plantar fasciitis. *J Sci Med Sport.* 2006; 9:231-7.
260. Othman AM, Ragab EM. Endoscopic plantar fasciotomy versus extracorporeal shock wave therapy for treatment of chronic plantar fasciitis. *Arch Orthop Trauma Surg.* 2010; 130:1343-7.
261. Ozdemir H, Söyüncü Y, Özgörge M, Dabak K. Effects of changes in heel fat pad thickness and elasticity on heel pain. *J Am Podiatr Med Assoc.* 2004; 94:47-52.
262. Ozdemir H1, Yilmaz E, Murat A, Karakurt L, Poyraz AK, Ogur E. Sonographic evaluation of plantar fasciitis and relation to body mass index. *Eur J Radiol.* 2005; 54:443-7.
263. Oztemur Z, Ozturk H, Ozyurek S, Kaloglu C, Golge UH, Bulut O. The long-term effects of extracorporeal shock waves on the epiphysis of the adolescent rat. *J Orthop Sci.* 2013; 18:159-64.
264. Oztuna V, Ozge A, Eskandari MM, Colak M, Gölpinar A, Kuyurtar F. Nerve entrapment in painful heel syndrome. *Foot Ankle Int.* 2002; 23:208-11.

265. Park C, Lee S, Kim S, Hwangbo G. The effects of the application of low-dye taping on paretic side plantar pressure among patients with plantar fasciitis. *J Phys Ther Sci.* 2015; 27:3555-7.
266. Patel A, DiGiovanni B. Association between plantar fasciitis and isolated contracture of the gastrocnemius. *Foot Ankle Int.* 2011; 32:5-8.
267. Pavan PG, Stecco C, Darwish S, Natali AN, De Caro R. Investigation of the mechanical properties of the plantar aponeurosis. *Surg Radiol Anat.* 2011; 33:905-11.
268. Peerbooms J, Sluimer J, Bruijn D, Gosens T: Positive effect of an autologous platelet concentrate in lateral epicondylitis. *Am J Sport Med* 2010; 38:255-62.
269. Peerbooms JC, van Laar W, Faber F, Schuller HM, van der Hoeven H, Gosens T. Use of platelet rich plasma to treat plantar fasciitis: design of a multi centre randomized controlled trial. *BMC Musculoskelet Disord.* 2010; 11:69.
270. Peerbooms JC, Lodder P, den Oudsten BL, Doorgeest K, Schuller HM, Gosens T. Positive Effect of Platelet-Rich Plasma on Pain in Plantar Fasciitis: A Double-Blind Multicenter Randomized Controlled Trial. *Am J Sports Med.* 2019; 47:3238-46.
271. Peeters K, Schreuer J, Burg F, Behets C, Van Bouwel S, Dereymaeker G, Sloten JV, Jonkers I. Altered talar and navicular bone morphology is associated with pes planus deformity: a CT-scan study. *J Orthop Res.* 2013; 31:282-7.
272. Peled E, Portal-Banker T, Norman D, Melamed E. [Plantar fasciitis and extracorporeal shock wave therapy--essence, diagnosis and treatment methods]. *Harefuah.* 2011; 150:122-6.
273. Perelman GK, Figura MA, Sandberg NS. The medial instep plantar fasciotomy. *J Foot Ankle Surg.* 1955; 34:447-57.
274. Pfeffer G, Bacchetti P, Deland J, Lewis A, Anderson R, Davis W, et al. Comparison of custom and prefabricated orthoses in the initial treatment of proximal plantar fasciitis. *Foot Ankle Int.* 1999; 20:214-21.
275. Pilzer HP, MJ B. Percutaneous plantar fasciotomy- A new approach. *Current Podiatry.* 1983; 32:36.
276. 319. Pinsker E, Daniels TR. AOFAS position statement regarding the future of the AOFAS Clinical Rating Systems. *Foot Ankle Int.* 2011; 32:841-2.
277. Placzek R, Deuretzbacher G, Buttgereit F, Meiss AL. Treatment of chronic plantar fasciitis with botulinum toxin A: an open case series with a 1 year follow up. *Ann Rheum Dis* 2005; 64:1659-61.
278. Pohl MB, Hamill J, Davis IS. Biomechanical and anatomic factors associated with a history of plantar fasciitis in female runners. *Clin J Sport Med.* 2009; 19:372-6.
279. Pollack A, Britt H. Plantar fasciitis in Australian general practice. *Aust Fam Physician.* 2015; 44:90-1.
280. Porter MD, Shadbolt B. Randomized controlled trial of accelerated rehabilitation versus standard protocol following surgical repair of ruptured Achilles tendon. *ANZ J Surg.* 2015; 85:373-7.
281. Prichasuk S, Subhadrabandhu T. The relationship of pes planus and calcaneal spur to plantar heel pain. *Clin Orthop Relat Res.* 1994; 306:192-6.
282. Prichasuk S. The heel pad in plantar heel pain. *J Bone Joint Surg (Br).* 1994; 76-B:140-2.
283. Przulucki H, Jones CL. Entrapment neuropathy of muscle branch of lateral plantar nerve: a cause of heel pain. *J Am Podiatry Assoc.* 1981; 71:119-24.

284. Queen RM, Mall NA, Nunley JA, Chuckpaiwong B. Differences in plantar loading between flat and normal feet during different athletic tasks. *Gait Posture*. 2009; 29:582-6.
285. Radwan A, Wyland M, Applequist L, Bolowsky E, Klingensmith H, Virag I. Ultrasonography, an effective tool in diagnosing plantar fasciitis: a systematic review of diagnostic trials. *Int J Sports Phys Ther*. 2016; 11:663-71.
286. Radwan YA, Mansour AM, Badawy WS. Resistant plantar fasciopathy: shock wave versus endoscopic plantar fascial release. *Int Orthop*. 2012; 36:2147-56.
287. Raeissadat SA, Nouri F, Darvish M, Esmaily H, Ghazihosseini P. Ultrasound-guided injection of high molecular weight hyaluronic acid versus corticosteroid in management of plantar fasciitis: A 24-week Randomized Clinical Trial. *J Pain Res*. 2020; 13:109-21.
288. Ranly D, Lohmann C, Andreacchio D, Boyan B, Schwartz Z: Platelet-rich plasma inhibits demineralized bone matrix-induced bone formation in nude mice. *J Bone Joint Surg (Am)*. 2007; 89-A:139-47.
289. Rano JA, Fallat LM, Savoy-Moore RT. *J Foot Ankle Surg*. 2001; 40:351-6.
290. Rao S, Baumhauer JF, Nawoczenski DA. Is barefoot regional plantar loading related to self-reported foot pain in patients with midfoot osteoarthritis. *Osteoarthritis Cartilage*. 2011; 19:1019-25.
291. Rasenberg N, Bierma-Zeinstra SM, Bindels PJ, van der Lei J, van Middelkoop M. Incidence, prevalence, and management of plantar heel pain: a retrospective cohort study in Dutch primary care. *Br J Gen Pract*. 2019; 69:801-8.
292. Recht MP, Grooff P, Ilaslan H, Recht HS, Sferra J, Donley BG. Selective atrophy of the abductor digiti quinti: an MRI study. *AJR Am J Roentgenol*. 2007; 189:123-7.
293. Ribeiro AP, João SM, Dinato RC, Tessutti VD, Sacco IC. Dynamic Patterns of Forces and Loading Rate in Runners with Unilateral Plantar Fasciitis: A Cross-Sectional Study. *PLoS One*. 2015; 10:e0136971.
294. Ribeiro AP, Trombini-Souza F, Tessutti V, Rodrigues Lima F, Sacco Ide C, João SM. Rearfoot alignment and medial longitudinal arch configurations of runners with symptoms and histories of plantar fasciitis. *Clinics (Sao Paulo)*. 2011; 66:1027-33.
295. Ribeiro AP, Trombini-Souza F, Tessutti VD, Lima FR, João SM, Sacco IC. The effects of plantar fasciitis and pain on plantar pressure distribution of recreational runners. *Clin Biomech (Bristol, Avon)*. 2011; 26:194-9.
296. Riddle DL, Pulisic M, Pidcoe P, Johnson RE. 1. Risk factors for plantar fasciitis: a matched case-control study. *J Bone Joint Surg (Am)*. 2003; 85-A: 872-7.
297. Riddle DL, Schappert SM. Volume of ambulatory care visits and patterns of care for patients diagnosed with plantar fasciitis: a national study of medical doctors. *Foot Ankle Int*. 2004; 25:303-10.
298. Riel H, Cotchett M, Delahunt E, Rathleff MS, Vicenzino B, Weir A, Landorf KB. Is 'plantar heel pain' a more appropriate term than 'plantar fasciitis'? Time to move on. *Br J Sports Med*. 2017; 51:1576-7.
299. Riepert T, Drechsler T, Urban R, Schild H, Mattern R. [The incidence, age dependence and sex distribution of the calcaneal spur. An analysis of its x-ray morphology in 1027 patients of the central European population]. *Rofo*. 1995; 162:502-5.
300. Robinson HM. Symmetrical reversed plantar calcaneal spurs in children. A normal variant? *Radiology*. 1976; 119:187-8.

301. Rodrigues RN, Lopes AA, Torres JM, Mundim MF, Silva LL, Silva BR. Compressive neuropathy of the first branch of the lateral plantar nerve: a study by magnetic resonance imaging. *Radiol Bras.* 2015; 48:368-72.
302. Rompe JD, Furia J, Cacchio A, Schmitz C, Maffulli N. Radial shock wave treatment alone is less efficient than radial shock wave treatment combined with tissue-specific plantar fascia-stretching in patients with chronic plantar heel pain. *Int J Surg.* 2015; 24:135-42
303. Rompe JD, Schoellner C, Nafe B. Evaluation of low-energy extracorporeal shock-wave application for treatment of chronic plantar fasciitis. *J Bone Joint Surg (Am).* 2002; 84-A:335-41.
304. Rondhuis JJ, Huson A. The first branch of the lateral plantar nerve and heel pain. *Acta Morphol Neerl Scand.* 1986; 24:269-79.
305. Roos E, Engström M, Söderberg B. Foot orthoses for the treatment of plantar fasciitis. *Foot Ankle Int.* 2006; 27:606-11.
306. Rosenbaum AJ, DiPreata JA, Misener D. Plantar heel pain. *Med Clin North Am.* 2014; 98:339-52.
307. Rouviere
308. Rubin G, Witten M. Plantar calcaneal spurs. *Am J Orthop.* 1963; 5:38-41.
309. Rufai A, Ralph JR, Benjamin M, Structure and histopathology of the insertional region of the Achilles tendon. *J Orthop Res.* 1995; 13:585-93.
310. Ryan MB, Wong AD, Gillies JH, Wong J, Taunton JE. Sonographically guided intratendinous injections of hyperosmolar dextrose/lidocaine: a pilot study for the treatment of chronic plantar fasciitis. *Br J Sports Med.* 2009; 43:303-6.
311. Saag KG, Saltzman CL, Brown CK, Budiman-Mak E. The Foot Function Index for measuring rheumatoid arthritis pain: evaluating side-to-side reliability. *Foot Ankle Int.* 1996; 17:506-10.
312. Sabir N, Demirlenk S, Yagci B, Karabulut N, Cubukcu S. Clinical utility of sonography in diagnosing plantar fasciitis. *J Ultrasound Med.* 2005; 24:1041-8.
313. Sachithanandam V, Joseph B. The influence of footwear on the prevalence of flat foot. A survey of 1846 skeletally mature persons. *J Bone Joint Surg (Br).* 1995; 77:254-7.
314. Sadat-Ali M. Plantar fasciitis/calcaneal spur among security forces personnel. *Mil Med.* 1998; 163:56-7.
315. Sadek AF, Fouly EH, Elian MM. Lateral plantar nerve release with or without calcaneal drilling for resistant plantar fasciitis. *J Orthop Surg (Hong Kong).* 2015; 23:237-40.
316. Safarpour Y, Jabbari B. Botulinum toxin treatment of pain syndromes -an evidence based review. *Toxicon.* 2018; 147:120-8.
317. Sahin N, Oztürk A, Atıcı T. Foot mobility and plantar fascia elasticity in patients with plantar fasciitis. *Acta Orthop Traumatol Turc.* 2010; 44:385-91.
318. Sahu RL. Percutaneous planter fasciitis release under local anesthesia: A prospective study. *Chin J Traumatol.* 2017; 20:87-9.
319. Sammarco VJ. The talonavicular and calcaneocuboid joints: anatomy, biomechanics, and clinical management of the transverse tarsal joint. *Foot Ankle Clin.* 2004; 9:127-45.
320. Sampson S, Gerhardt M, Mandelbaum B. Platelet rich plasma injection grafts for musculoskeletal injuries: a review. *Curr Rev Musculoskelet Med.* 2008; 1:165-74.
321. Sangeorzan BJ, Mosca V, Hansen ST Jr. Effect of calcaneal lengthening on relationships among the hindfoot, midfoot, and forefoot. *Foot Ankle.* 1993; 14:136-41.

322. Saragiotto BT, Yamato TP, Lopes AD. What do recreational runners think about risk factors for running injuries? A descriptive study of their beliefs and opinions. *J Orthop Sports Phys Ther.* 2014; 44:733-8.
323. Sarrafian SK. *Anatomy of the Foot and Ankle: Descriptive, Topographic, Functional.* New York: JB Lippincott Company, 1983.
324. Saxena A, Fournier M, Gerdesmeyer L, Gollwitzer H. Comparison between extracorporeal shockwave therapy, placebo ESWT and endoscopic plantar fasciotomy for the treatment of chronic plantar heel pain in the athlete. *Muscles Ligaments Tendons J.* 2013; 2:312-6.
325. Scher DL, Belmont PJ Jr, Bear R, Mountcastle SB, Orr JD, Owens BD. The incidence of plantar fasciitis in the United States military. *J Bone Joint Surg (Am).* 2009; 91-A:2867-72.
326. Schneider HP, Baca JM, Carpenter BB, Dayton PD, Fleischer AE, Sachs BD. American College of Foot and Ankle Surgeons Clinical Consensus Statement: Diagnosis and Treatment of Adult Acquired Infracalcaneal Heel Pain. *J Foot Ankle Surg.* 2018; 57:370-81.
327. Schwartz EN, Su J. Plantar fasciitis: a concise review. *Perm J.* 2014; 18:105-7.
328. Scott G, Menz HB, Newcombe L. Age-related differences in foot structure and function. *Gait Posture.* 2007; 26:68-75.
329. Seegenschmiedt MH, Keilholz L, Katalinic A, Stecken A, Sauer R. Heel spur: radiation therapy for refractory pain--results with three treatment concepts. *Radiology.* 1996; 200:271-6.
330. Servey JT, Jonas C. Plantar fascia rupture: ultrasound to facilitate recognition. *J Am Board Fam Med.* 2018; 31:282-5.
331. Shama SS, Kominsky SJ, Lemont H. Prevalence of non-painful heel spur and its relation to postural foot position. *J Am Podiatry Assoc.* 1983; 73:122-3.
332. Sharkey NA, Donahue SW, Ferris L. Biomechanical consequences of plantar fascial release or rupture during gait. Part II: alterations in forefoot loading. *Foot Ankle Int.* 1999; 20:86-96.
333. Shaw HM, Vázquez OT, McGonagle D, Bydder G, Santer RM, Benjamin M. Development of the human Achilles tendon enthesis organ. *J Anat.* 2008; 213:718-24.
334. Shetty SH, Dhond A, Arora M, Deore S. Platelet-Rich Plasma has better long-term results than corticosteroids or placebo for chronic plantar fasciitis: Randomized Control Trial. *J Foot Ankle Surg.* 2019; 58:42-6.
335. Shmokler RL, Bravo AA, Lynch FR, Newman LM. A new use of instrumentation in fluoroscopy controlled heel spur surgery. *J Am Podiatr Med Assoc.* 1988; 78:194-7.
336. Sichtung F, Holowka NB, Ebrecht F, Lieberman DE. Evolutionary anatomy of the plantar aponeurosis in primates, including humans. *J Anat.* 2020.
337. Silfverskiöld N. Reduction of the uncrossed two-joint muscles of the leg to one joint muscles in spastic conditions. *Acta Chir Scand* 1923; 56:315-30.
338. Simons SM. Foot injuries in the runner. En: *Textbook of running medicine.* BL O'Connor, RP Wilder, R Nirschl (eds). New York: McGraw-Hill. 2001; p:213-26.
339. Singh P, Madanipour S, Bhamra JS, Gill I. A systematic review and meta-analysis of platelet-rich plasma versus corticosteroid injections for plantar fasciopathy. *Int Orthop.* 2017; 41:1169-81.

340. Snow DM, Reading J, Dalal R. Lateral plantar nerve injury following steroid injection for plantar fasciitis. *Br J Sports Med.* 2005; 39:41.
341. Soraganvi P, Nagakiran KV, Raghavendra-Raju RP, Anilkumar D, Wooly S, Basti BD, et al. Is Platelet-rich Plasma injection more effective than steroid injection in the treatment of chronic plantar fasciitis in achieving long-term relief? *Malays Orthop J.* 2019; 13:8-14.
342. Speed C, Nichols D, Wies J, Humphreys H, Richards C, Burnet S, Hazleman B: Extracorporeal shock wave therapy for plantar fasciitis. A double blind randomised controlled trial. *J Orthop Res.* 2003, 21:937-40.
343. Steindler A, Smith A. Spurs of the os calcis. *Surg Gynecol Obstet.* 1938; 66:663-5.
344. Sullivan J, Pappas E, Burns J. Role of mechanical factors in the clinical presentation of plantar heel pain: Implications for management. *Foot (Edinb).* 2019; 42:101636.
345. Sun K, Zhou H, Jiang W. Extracorporeal shock wave therapy versus other therapeutic methods for chronic plantar fasciitis. *Foot Ankle Surg.* 2020; 26:33-8.
346. Tabrizi A, Dindarian S, Mohammadi S. The effect of corticosteroid local injection versus platelet-rich plasma for the treatment of plantar fasciitis in obese patients: A single-blind, randomized clinical trial. *J Foot Ankle Surg.* 2020; 59:64-8.
347. Tahririan MA, Motififard M, Tahmasebi MN, Siavashi B. Plantar fasciitis. *J Res Med Sci.* 2012; 17:799-804.
348. Tang Y, Deng P, Wang G, Yao Y, Luo Z, Xu Y. The clinical efficacy of two endoscopic surgical approaches for intractable plantar fasciitis. *J Foot Ankle Surg.* 2020; 59:280-5.
349. Tatli Y, Kapasi S: The real risks of steroid injections for plantar fasciitis, with a review of conservative therapies. *Curr Rev Musculoskelet Med* 2009, 2:3-9.
350. Taunton JE, Ryan MB, Clement DB, McKenzie DC, Lloyd-Smith DR, Zumbo BD. A prospective study of running injuries: the Vancouver Sun Run "In Training" clinics. *Br J Sports Med.* 2003; 37:239-44.
351. Testut L. Anatomía humana. Tomo 1. Barcelona: Salvat, 1932.
352. Theodorou DJ, Theodorou SJ, Farooki S, Kakitsubata Y, Resnick D. Disorders of the plantar aponeurosis: a spectrum of MR imaging findings. *AJR Am J Roentgenol* 2001; 176:97-104.
353. Thing J, Maruthappu M, Rogers J. Diagnosis and management of plantar fasciitis in primary care. *Br J Gen Pract.* 2012; 62:443-4.
354. Thomas JL, Christensen JC, Kravitz SR, Mendicino RW, Schuberth JM, Vanore JV, et al. The diagnosis and treatment of heel pain: a clinical practice guideline-revision 2010. American College of Foot and Ankle Surgeons heel pain committee. *J Foot Ankle Surg.* 2010; 49(Suppl):1-19.
355. Thomas ZM, Thomas KJ. Technique tip: single-incision endoscopic plantar fasciotomy. *Foot Ankle Spec.* 2017; 10:240-1.
356. Thomson CE, Crawford F, Murray GD. The effectiveness of extra corporeal shock wave therapy for plantar heel pain: a systematic review and meta-analysis. *BMC Musculoskelet Disord.* 2005; 6:19.
357. Thordarson DB, Kumar PJ, Hedman TP, Ebramzadeh E. Effect of partial versus complete plantar fasciotomy on the windlass mechanism. *Foot Ankle Int.* 1997; 18:16-20.
358. Tisdell CL, Harper MC. Chronic plantar heel pain: treatment with a short leg walking cast. *Foot Ankle Int.* 1996; 17:41-2.

359. Tomczak RL, Haverstock BD. A retrospective comparison of endoscopic plantar fasciotomy to open plantar fasciotomy with heel spur resection for chronic plantar fasciitis/heel spur syndrome. *J Foot Ankle Surg.* 1995; 34:305-11.
360. Tong KB, Furia J. Economic burden of plantar fasciitis treatment in the United States. *Am J Orthop.* 2010; 39:227-31.
361. Toumi H, Davies R, Mazor M, Coursier R, Best TM, Jennane R, Lespessailles E. Changes in prevalence of calcaneal spurs in men & women: a random population from a trauma clinic. *BMC Musculoskelet Disord.* 2014; 15:87.
362. Trojian T, Tucker AK. Plantar Fasciitis. *Am Fam Physician.* 2019; 99:744-50.
363. Tsai WC, Hsu CC, Chen CP, Chen MJ, Yu TY, Chen YJ. Plantar fasciitis treated with local steroid injection: comparison between sonographic and palpation guidance. *J Clin Ultrasound.* 2006; 34: 12-6.
364. Tweed JL, Barnes MR, Allen MJ. An evaluation of the long-term effects of total plantar fasciotomy--a preliminary study. *Foot (Edinb).* 2009; 19:75-9.
365. Uchiyama E, Kim JH, Abe H, Cho BH, Rodríguez-Vázquez JF, Murakami G. Fetal development of ligaments around the tarsal bones with special reference to contribution of muscles. *Clin Anat.* 2014; 27:389-98.
366. Uden H, Boesch E, Kumar S. Plantar fasciitis - to jab or to support? A systematic review of the current best evidence. *J Multidiscip Healthc.* 2011; 4:155-64.
367. Ulusoy A, Cerrahoglu L, Orguc S. Magnetic Resonance Imaging and Clinical Outcomes of Laser Therapy, Ultrasound Therapy, and Extracorporeal Shock Wave Therapy for Treatment of Plantar Fasciitis: A Randomized Controlled Trial. *J Foot Ankle Surg.* 2017; 56:762-7.
368. Vahdatpour B, Kianimehr L, Ahrar MH. Autologous platelet-rich plasma compared with whole blood for the treatment of chronic plantar fasciitis; a comparative clinical trial. *Adv Biomed Res.* 2016; 5:84.
369. Vahdatpour B, Kianimehr L, Moradi A, Haghghat S. Beneficial effects of platelet-rich plasma on improvement of pain severity and physical disability in patients with plantar fasciitis: A randomized trial. *Adv Biomed Res.* 2016; 5:179.
370. Valizadeh MA, Afshar A, Hassani E, Tabrizi A, Rezalo S, Dourandish N. Relationship Between Anthropometric Findings and Results of Corticosteroid Injections Treatment in Chronic Plantar Heel Pain. *Anesth Pain Med.* 2018; 8:e64357.
371. van Dijk CN, van Sterkenburg MN, Wiegerinck JI, Karlsson J, Maffulli N. Terminology for Achilles tendon related disorders. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc.* 2011; 19:835-41.
372. van Leeuwen KDB, Rogers J, Winzenberg T, van Middelkoop M. Higher body mass index is associated with plantar fasciopathy/'plantar fasciitis': systematic review and meta-analysis of various clinical and imaging risk factors. *Br J Sports Med.* 2016; 50:972-81.
373. van Wiechen PJ. Reversed calcaneal spurs in children. *Skeletal Radiol.* 1987; 16:17-8.
374. Viladot A. Indicaciones quirúrgicas en el pie plano. *Rev Ortop Traumatol.* 1972; 16-IB:353-4.
375. Waggett AD, Ralphs JR, Woodnutt D, Kawn AP. Characterization of collagens and proteoglycans at the insertion of the human Achilles tendon. *Matrix Biol.* 1998; 16:457-70.

376. Wang CJ. Extracorporeal shockwave therapy in musculoskeletal disorders. *J Orthop Surg Res.* 2012; 7:11.
377. Warren BL. Plantar fasciitis in runners: treatment and prevention. *Sports Med* 1990; 10:338-45.
378. Watson TS, Anderson RB, Davis WH, Kiebzak GM. Distal tarsal tunnel release with partial plantar fasciotomy for chronic heel pain: an outcome analysis. *Foot Ankle Int.* 2002; 23:530-7.
379. Wearing SC, Smeathers JE, Sullivan PM, Yates B, Urry SR, Dubois P. Plantar fasciitis: are pain and fascial thickness associated with arch shape and loading? *Phys Ther.* 2007; 87:1002-8.
380. Wearing SC, Smeathers JE, Urry SR, Hennig EM, Hills AP. The pathomechanics of plantar fasciitis. *Sports Med* 2006; 36:585-611.
381. Weil LS Jr, Roukis TS, Weil LS, Borrelli AH. Extracorporeal shock wave therapy for the treatment of chronic plantar fasciitis: indications, protocol, intermediate results, and a comparison of results to fasciotomy. *J Foot Ankle Surg.* 2002; 41:166-72.
382. Weiss E. Calcaneal spurs: examining etiology using prehistoric skeletal remains to understand present day heel pain. *Foot (Edinb).* 2012; 22:125-9.
383. Werner RA, Gell N, Hartigan A, Wiggerman N, Keyserling WM. Risk factors for plantar fasciitis among assembly plant workers. *PM R.* 2010; 2:110-6.
384. Wheeler PC. Up to a quarter of patients with certain chronic recalcitrant tendinopathies may have central sensitisation: a prospective cohort of more than 300 patients. *Br J Pain.* 2019; 13:137-44.
385. Whittaker GA, Munteanu SE, Menz HB, Bonanno DR, Gerrard JM, Landorf KB. Corticosteroid injection for plantar heel pain: a systematic review and meta-analysis. *BMC Musculoskelet Disord.* 2019; 20:378.
386. Wilkinson AN, Kilmartin TE. A review of the minimal incision plantar fasciotomy in the treatment of heel pain. *Br J Podiatry.* 2000; 3:76-80.
387. Williams DS 3rd, McClay IS, Hamill J. Arch structure and injury patterns in runners. *Clin Biomech (Bristol, Avon).* 2001; 16:341-7.
388. Williams PL, Smibert JG, Cox R, Mitchell R, Klenerman L. Imaging study of the painful heel syndrome. *Foot Ankle.* 1987; 7:345-9.
389. Woelffer KE, Figura MA, Sandberg NS, Snyder NS. Five-year follow-up results of instep plantar fasciotomy for chronic heel pain. *J Foot Ankle Surg.* 2000; 39:218-23.
390. Wolgin M, Cook C, Graham C, Mauldin D: Conservative treatment of plantar heel pain: long-term follow-up. *Foot Ankle Int* 1994, 15:97-102.
391. Xu D, Jiang W, Huang D, Hu X, Wang Y, Li H, et al. Comparison between extracorporeal shock wave therapy and local corticosteroid injection for plantar fasciitis. *Foot Ankle Int.* 2020; 41:200-5.
392. Yang WY, Han YH, Cao XW, Pan JK, Zeng LF, Lin JT, et al. Platelet-rich plasma as a treatment for plantar fasciitis: A meta-analysis of randomized controlled trials. *Medicine (Baltimore).* 2017; 96:8475.
393. Yi TI, Lee GE, Seo IS, Huh WS, Yoon TH, Kim BR. Clinical characteristics of the causes of plantar heel pain. *Ann Rehabil Med.* 2011; 35:507-13.
394. Young C. In the clinic. Plantar fasciitis. *Ann Intern Med.* 2012; 156

395. Younger AS, Sawatzky B, Dryden P. Radiographic assessment of adult flatfoot. *Foot Ankle Int.* 2005; 26:820-5.
396. Yuan Y, Qian Y, Lu H, Kou Y, Xu Y, Xu H. Comparison of the therapeutic outcomes between open plantar fascia release and percutaneous radiofrequency ablation in the treatment of intractable plantar fasciitis. *J Orthop Surg Res.* 2020; 15:55.
397. Yung-Hui L, Wei-Hsien H. Effects of shoe inserts and heel height on foot pressure, impact force, and perceived comfort during walking. *Appl Ergon.* 2005; 36:355-62.
398. Zhou JP, Yu JF, Feng YN, Liu CL, Su P, Shen SH, et al. Modulation in the elastic properties of gastrocnemius muscle heads in individuals with plantar fasciitis and its relationship with pain. *Sci Rep.* 2020; 10:2770.