

Trabajo Final de Grado

# Relación anatómica entre tríceps sural y fascia plantar

Anatomical relationship between triceps surae  
and plantar fascia



UNIVERSITAT DE  
BARCELONA

Autora: Èlia Blanco Rodés

Tutora: Laura Planas Ortega

Curso: 4º Podología

Código de la asignatura: 360416

## **Resumen:**

Se conoce la relación biomecánica entre tendón de Aquiles (TA) y fascia plantar (FP) a través del Sistema Aquileo Calcáneo Plantar (SACP), pero la relación anatómica entre ambas estructuras ha sido motivo de estudio de muchos artículos. Por otro lado, siendo la fascitis plantar la patología de la FP más frecuente, sabemos que existen muchos tratamientos conservadores para tratarla, pero los estiramientos del tríceps sural (TS) son los de elección en fases agudas. Los objetivos de este trabajo han sido: evaluar la existencia de continuidad anatómica entre TA y FP, y valorar la efectividad de estiramientos de TS para tratar la fascitis plantar. Para realizar la búsqueda bibliográfica se han consultado bases de datos como, por ejemplo, PubMed. Se seleccionaron 16 artículos para la revisión. Acerca de la relación anatómica entre TA y FP, los artículos revisados coinciden en que los pacientes infantiles han mostrado continuidad gruesa de fibras, mientras que en edades más adultas la continuidad de las fibras era fina o incluso no existía. Respecto a los estiramientos de TS, los estudios revisados mostraban la comparación de este tipo de estiramientos con otros tratamientos conservadores para la fascitis plantar. A corto plazo, los tratamientos conservadores alternativos proporcionaban mejores beneficios. Podemos concluir que: la relación anatómica entre FP y TA existe en pacientes más jóvenes y con la edad la cantidad de fibras que une ambas estructuras disminuye o desaparece, y los estiramientos de TS son efectivos, pero podemos obtener mayores beneficios a corto plazo con otros tratamientos conservadores.

**Palabras clave:** fascia plantar, tendón de Aquiles, relación anatómica, estiramientos, tríceps sural, fascitis plantar

**Abreviaturas:** FP (Fascia Plantar), TA (Tendón de Aquiles), SACP (Sistema Aquileo Calcáneo Plantar), TS (Tríceps Sural)

## **Abstract:**

The biomechanical relationship between Achilles Tendon (TA) and plantar fascia (FP) is known through the Achilles Calcaneus Plantar System (SACP), but the anatomical relationship between the structures has been the subject of study of many articles. On the other hand, plantar fasciitis is the most frequent pathology of FP and there are many conservative treatments to treat it, but the stretches of the triceps surae (TS) are the treatment of choice in acute phases. The objectives of this study have been: to evaluate the existence of anatomical continuity between TA and FP, and to evaluate the effectiveness of TS stretches to treat plantar fasciitis. To carry out the bibliographical search, databases such as PubMed have been consulted. 16 articles were selected for the review. About the anatomical relationship between TA and FP, the articles reviewed agree that young patients have remained thick of continuous fibers, while in older adults the continuity was with thin fibers or even did not exist. Regarding TS stretches, the studies reviewed show the comparison of this type of stretching with other conservative treatments for plantar fasciitis. In short-term, alternative conservative treatments offered better benefits. We can conclude that: the anatomical relationship between FP and TA exists in younger patients, and with the age the amount of fibers between both structures decrease or disappear, and the stretches of TS are effective, but we can obtain better benefits in short-term with other conservative treatments.

**Key words:** plantar fascia, Achilles tendon, anatomical relationship, stretching, triceps surae, plantar fasciitis.

## Introducción:

El Sistema Aquileo Calcáneo Plantar (SACP) es aquel que explica la relación biomecánica entre el tendón de Aquiles (TA) y la fascia plantar (FP). Fue descrito por primera vez en 1953 por Arandes y Viladot. Está formado por el tendón de Aquiles, el sistema trabecular posteroinferior del calcáneo y la fascia plantar<sup>[1]</sup>.

Hasta entonces se creía que la relación entre FP y TA era puramente biomecánica. Varios autores han demostrado que existe una relación anatómica entre la FP y el TA. Uno de los primeros estudios que afirmaban una continuación entre ambas estructuras fue publicado el 1995 por Snow et al. Su estudio consistió en la disección de quince pies de cadáveres de diferentes edades. Concluyeron en que en edades más tempranas existía la relación anatómica entre FP y TA, y que ésta iba disminuyéndose con la edad, pudiendo llegar a desaparecer<sup>[2]</sup>.

En relación con la FP, una patología muy frecuentes en el pie es la fascitis plantar<sup>[3,4]</sup>. La fascitis plantar es un tipo de fasciopatía plantar, que se caracteriza por ser una patología inflamatoria de la FP. Pero el concepto de fasciopatía plantar en la bibliografía se suele generalizar y encontramos como fascitis plantar a cualquier dolor asociado a la FP.

Actualmente existen múltiples tratamientos conservadores para la fascitis plantar, como pueden ser AINE, fisioterapia, soportes plantares, férulas nocturnas antequino, ultrasonidos, etc<sup>[4,5]</sup>.

Uno de los tratamientos que están indicados en fases agudas de fascitis plantar son los estiramientos del tríceps sural<sup>[6]</sup>. Podemos relacionarlo con lo que describe Patel et al. en 2011. Se estudió que en un 80% de los casos de fascitis plantar existía una limitación a la dorsiflexión de tobillo y en un 50% había acortamiento de gastrocnemios<sup>[7]</sup>.

## Objetivos:

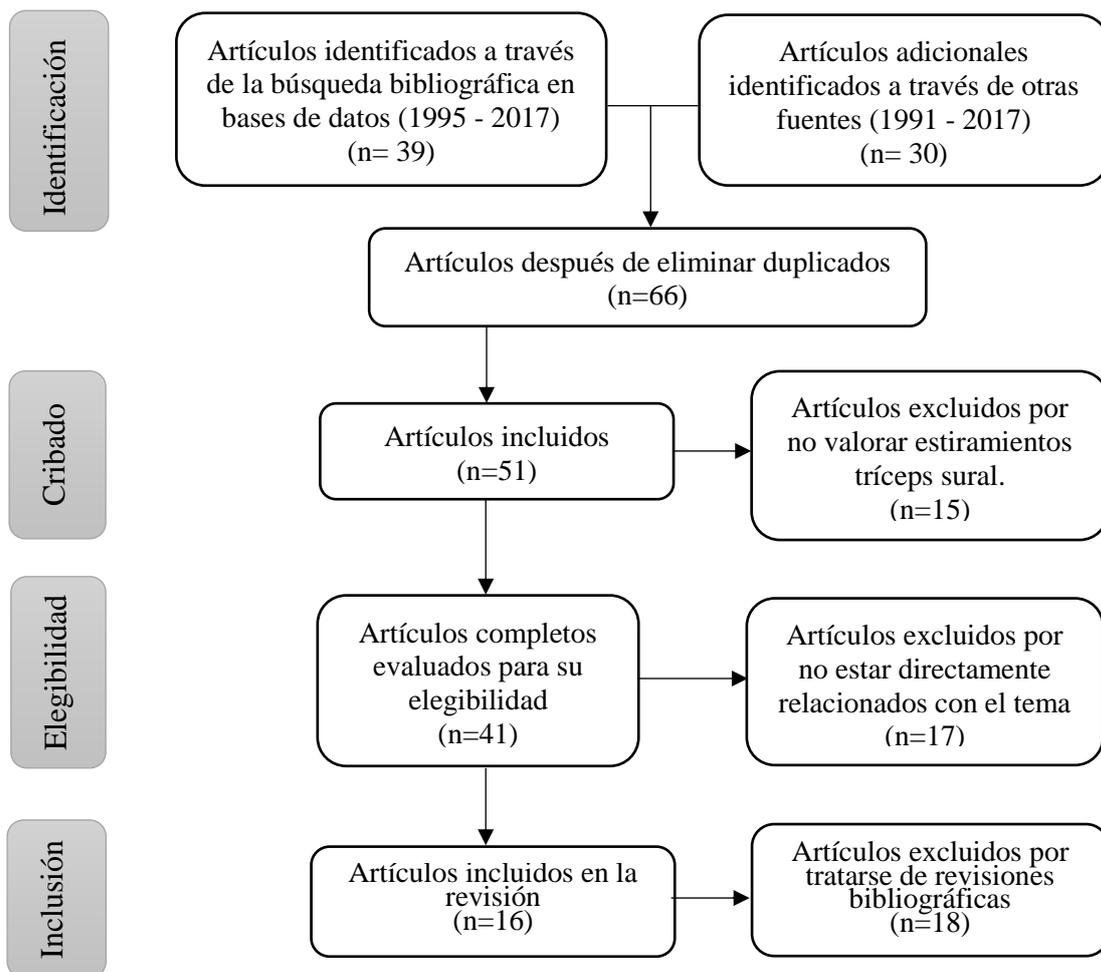
- Evaluar si existe continuidad anatómica entre TA y la FP mediante revisión bibliográfica.
- Valorar la efectividad de los estiramientos del TS para tratar fasciopatía plantar mediante revisión bibliográfica.

## Material y métodos:

Las bases de datos consultadas han estado PubMed, Dialnet y Medes desde octubre de 2017 hasta abril de 2018, utilizando palabras clave como “plantar fascia”, “plantar aponeurosis”, “plantar fasciitis”, “plantar heel pain” “plantar fasciopathy”, “achilles tendón”, “triceps surae”, “gastrocnemius”; y para realizar una búsqueda más concreta a cada objetivo se añadieron conceptos como “anatomical”, “stretching”, “fisiotherapy”. Los artículos debían incluir algunas de estas palabras en el título o abstract, No ha habido limitación en cuanto al idioma o año de publicación de los artículos. También se seleccionaron referencias de los artículos inicialmente encontrados.

Además, se consultó bibliografía del CRAI de la UB y la Biblioteca del Campus de Ciències de la Salut de Bellvitge.

Se ha realizado un diagrama de flujo para representar el seguimiento de elección de los artículos incluidos en la revisión bibliográfica (Fig. 1)



**Fig. 1** - Diagrama de flujo que muestra el proceso de selección de la revisión .

## Resultados:

**Tabla 1. Estudios incluidos en la revisión sobre la relación anatómica entre fascia plantar y tendón de Aquiles.**

ARTÍCULO	N	RESULTADOS
Snow et al. <sup>[2]</sup> (1995)	15	Existía continuación gruesa de fibras en los pies de neonato, en pies de mediana edad hay continuación de fibras superficiales, y en los pies ancianos no se apreció continuación.
Milz et al. <sup>[8]</sup> (2002)	4	No se apreció continuidad anatómica.
Shaw et al. <sup>[9]</sup> (2008)	17	Todas las muestras fueron de fetos y se apreció continuidad anatómica a través del pericondrio plantar del calcáneo.
Kim et al. <sup>[10]</sup> (2010)	40	Se apreció continuidad anatómica en 8% (3/40) de los cadáveres, en los más jóvenes de la muestra (43, 44 y 48 años).
Kim et al. <sup>[11]</sup> (2011)	69	En las imágenes de RM, solo se apreció continuidad anatómica en dos pacientes, de 12 y 16 años.
Stecco et al. <sup>[12]</sup> (2013)	3	La continuidad anatómica persiste con los años con el paratendón de Aquiles.

**Tabla 2 - Estudios incluidos en la revisión sobre la eficacia de estiramientos de tríceps sural en fasciopatía plantar.**

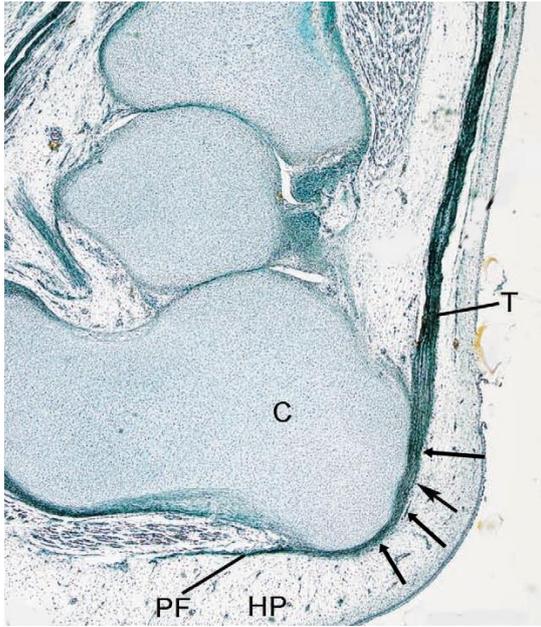
ARTÍCULO	N	INTERVENCIÓN Y RESULTADOS
Wolgin et al. <sup>[13]</sup> (1995)	100	Compara múltiples tratamientos conservadores. Los estiramientos de TS encabezan la lista de mejora y eran los tratamientos de elección entre los pacientes.
Pfeffer et al. <sup>[14]</sup> (1999)	236	Compara estiramientos de TA y FP únicamente y combinados con otros 4 tipos de ortesis. No se aprecian diferencias estadísticamente significativas después de 8 semanas.
Barry et al. <sup>[15]</sup> (2002)	160	Compara estiramientos de TS y las férulas antiequino nocturnas. Las férulas antiequino nocturnas proporcionaron mejoría en menor tiempo.
Porter et al. <sup>[16]</sup> (2002)	94	Compara la frecuencia y duración de los estiramientos de TA, de forma continuada o en intervalos, en un periodo de 4 meses. No existen diferencias estadísticamente significativas.
DiGiovanni et al. <sup>[17]</sup> (2003)	101	Compara los estiramientos de TA con los de FP durante 8 semanas. Se obtuvieron mejores resultados con los estiramientos de fascia plantar.
DiGiovanni et al. <sup>[18]</sup> (2006)	101	Compara los estiramientos de TA con los de FP después de 2 años. No se aprecian diferencias estadísticamente significativas.
Radford et al. <sup>[19]</sup> (2007)	92	Compara los estiramientos de TS con un grupo placebo de falsa aplicación de ultrasonidos. No se apreciaron diferencias estadísticamente significativas durante las 2 semanas de tratamiento.

Renan-Ordine et al. <sup>[20]</sup> (2011)	60	Compara los estiramientos de TS con su combinación junto a terapia manual del punto gatillo. Mejora significativa en menor tiempo con la combinación de estiramientos y terapia del punto gatillo
Kamonseki et al. <sup>[21]</sup> (2016)	83	Compara los estiramientos de TS con y sin ejercicios de fortalecimiento muscular de pie y cadera. Se observaron mejoras después de 8 semanas en todos los casos sin diferencias estadísticamente significativas.
Engkananuwat et al. <sup>[22]</sup> (2018)	50	Compara estiramientos de TA con y sin estiramientos de FP. Se observaron mejores resultados con la combinación de estiramientos de TA y FP después de 8 semanas.

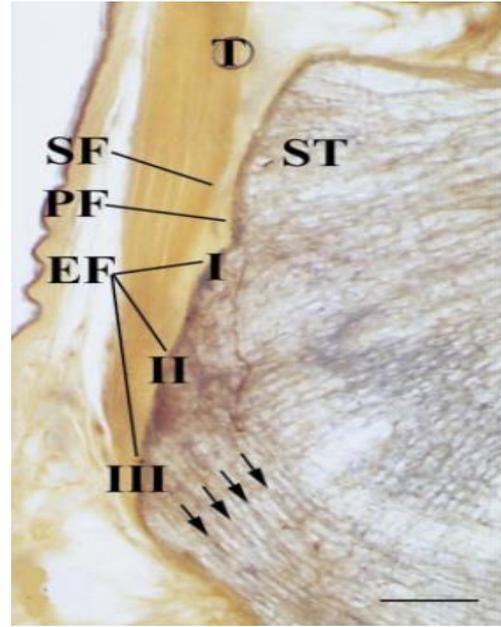
## Discusión:

En relación con la existencia de continuidad anatómica entre TA y FP, tal y como vemos en la Tabla 1, Snow et al.<sup>[2]</sup> probó que existía continuidad anatómica en edades prematuras mediante la disección de tres pies de neonatos y dos pies de fetos. Esta relación anatómica consistía en una continuación gruesa de fibras. Por otro lado, en ese mismo estudio se diseccionaron diez pies adultos. En los adultos jóvenes se pudo ver una delgada línea de fibras a través de periostio plantar del calcáneo que unían TA y FP, mientras que en los adultos de edad avanzada no existía relación anatómica. Pese a que la muestra de pacientes era limitada, concluyeron en que existe relación anatómica entre TA y FP, la cual iba disminuyendo con la edad hasta desaparecer.

Estudios anatómicos posteriores parecían reforzar esta afirmación. Shaw et al.<sup>[9]</sup> contó con una muestra de 17 fetos en los cuales halló continuidad anatómica a través del pericondrio plantar del calcáneo (Fig. 2). Por otro lado, Milz et al.<sup>[8]</sup> estudió la anatomía de 4 adultos entre 32 y 73 años, en los cuales ninguno mostró tener relación anatómica entre TA y FP. Lo que pudieron apreciar en estos pacientes es que las imágenes histológicas mostraban que la parte posterior del calcáneo tenía trabéculas oseas orientadas longitudinalmente desde las fibras del TA hasta la FP (Fig. 3). Esta observación, hizo creer que una antigua unión entre TA y FP y la transmisión de fuerzas entre las estructuras pudo provocar esta orientación trabecular<sup>[2,8]</sup>.



**Fig. 2** - En una imagen histológica sagital del pie de un feto de 57mm, podemos ver como las flechas marcan la continuidad del tendón de Aquiles (T) y la fascia plantar (PF) a través del pericondrio del calcáneo (C)<sup>[9]</sup>.



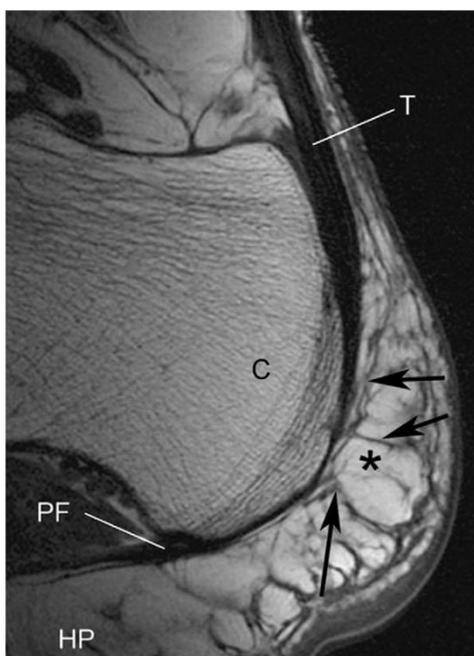
**Fig. 3** - En una imagen histológica sagital de la zona posterior de un pie, las flechas señalan la dirección de las trabéculas óseas del calcáneo que siguen la dirección del tendón de Aquiles (T) hacia la fascia plantar<sup>[8]</sup>.

Kim et al. realizaron dos estudios con el objetivo de determinar la relación anatómica entre FP y TA. El primer estudio consistió en la disección de pies de 40 adultos de entre 43 y 98 años. Solo en tres de los adultos analizados se apreció continuidad anatómica<sup>[10]</sup>. En su estudio posterior, quiso valorarlo mediante resonancia magnética (RM) en pacientes vivos, lo cual permitió analizar una muestra más grande, en concreto de 69 pacientes de entre 12 y 40 años. Solo dos pacientes tenían relación anatómica entre FP y TA<sup>[11]</sup>. Es destacable que, en ambos estudios, los pacientes que tenían continuidad anatómica fueron precisamente los más jóvenes de la muestra, tal y como dijo Snow et al. inicialmente.

Solo tres muestras del estudio de Stecco et al.<sup>[12]</sup> fueron empleadas para valorar la continuidad anatómica entre TA y FP. Concluyeron que la relación anatómica puede persistir con el tiempo entre la FP y el paratendón de Aquiles.

Los artículos incluidos en la revisión nos proporcionan resultados bastante concordantes en cuanto a la existencia de continuidad entre TA y FP, pero cabe destacar que estos

artículos podrían ser estadísticamente más significativos si se realizasen disecciones anatómicas a un mayor número de muestras y en un rango de edad más amplio. Es cierto que la disponibilidad para obtener muestras anatómicas y realizar su disección puede ser variable, conlleva un gran trabajo y mucha dificultad realizarse correctamente. Una posible alternativa a las disecciones anatómicas podría ser ejecutar un estudio mediante RM para evaluar la continuidad anatómica en un mayor número de pacientes, como el de Kim et al. en 2011. Una imagen que nos permite observar la efectividad de las RM nos la muestra Shaw et al. en su artículo<sup>[9]</sup>. Fuera de lo que era su estudio anatómico, practicaron una RM a una paciente voluntaria de 42 años. En la imagen se pueden apreciar las fibras que unen el TA con la FP a través del calcáneo. (Fig. 4).



**Fig. 4** – Imagen sagital de RM de la zona posterior del pie de una paciente voluntaria de 42 años. A través de las flechas podemos ver como hay continuidad anatómica en delgadas fibras entre el tendón de Aquiles (T) y la fascia plantar (PF)<sup>[9]</sup>.

En la Tabla 2 podemos ver los resultados de la revisión acerca de la efectividad de los estiramientos de tríceps sural ante fasciopatía plantar. Todos los estudios incluidos han comparado esta clase de estiramientos con otros tratamientos conservadores o con su combinación.

Los estudios que han realizado esta comparación en el intervalo de 2 o 4 meses se ha podido ver que la combinación de estos tratamientos eran más efectivos que únicamente los estiramientos de TS, ya fuese junto a estiramientos de FP<sup>[22]</sup>, el uso de férulas nocturnas antiequino<sup>[15]</sup> o terapia manual del punto gatillo<sup>[20]</sup>. Pero cabe destacar los estudios que realizó DiGiovanni et al. En su primer estudio comparó los estiramientos de

TS y de FP, siendo más efectivos y en menor tiempo los estiramientos de FP en un periodo de 8 semanas<sup>[17]</sup>. Continuó analizando la misma muestra por dos años y demostró que durante ese periodo de tiempo ya no se observaban diferencias estadísticamente significativas entre ambos tipos de estiramientos, por lo que concluyó que los estiramientos de TS eran igual de efectivos, pero necesitaban más tiempo de trabajo<sup>[18]</sup>.

Durante 4 meses, Porter et al.<sup>[16]</sup> realizó un estudio comparando la frecuencia y duración de las sesiones de estiramientos de TS, ya fuesen de forma continuada o en intervalos. No se observaron diferencias estadísticamente significativas y concluyó en que ambos métodos fueron igualmente efectivos y que el método no influía para mejorar la clínica, si no el hecho de realizar los ejercicios.

Cabe destacar que los estiramientos de TS como los de FP ante el criterio de los pacientes, son los de elección debido a la posibilidad de realizarlos en el domicilio y poco coste económico que conllevan<sup>[13]</sup>. Además, debido a los beneficios que se ha probado que conlleva este tipo de estiramientos, en otros artículos donde el objetivo evaluar la eficacia de otro tipo de tratamiento, se han combinado con a los estiramientos de TS<sup>[23,24]</sup>.

La fascitis plantar puede deberse a múltiples causas. Según Patel et al., en un 50% de los pacientes con fascitis plantar existía un acortamiento de gastrocnemios<sup>[7]</sup>, pero ésta es únicamente una de sus posibles causas. Siendo ésta la causa de la patología es evidente que el tratamiento debe ir enfocado en estirar el gastrocnemio<sup>[25,26]</sup>, pero en el resto de los casos es posible que este tratamiento no sea el adecuado y no se obtengan los resultados esperados. Es por eso por lo que consideramos importante una buena diagnóstico y conocimiento de la etiología de la fasciopatía plantar que presente el paciente para realizar un tratamiento personalizado para cada caso.

## Conclusiones:

- Se ha mostrado que existe relación anatómica entre FP y TA en las muestras más jóvenes y que la cantidad de fibras que unen estas estructuras va disminuyendo con la edad hasta el punto de desaparecer dicha continuidad.
- Se ha probado que los estiramientos de TS son efectivos en el tratamiento de fasciopatía plantar. Existen otros tratamientos conservadores que a corto plazo proporcionan mayores beneficios, pero suelen pautarse combinados con los estiramientos de TS.

## Bibliografía:

1. Dalmau-Pastor M, Fargues-Polo B, Casanova-Martínez D, Vega J, Golanó P. Anatomy of the triceps surae: A pictorial essay. *Foot Ankle Clin.* 2014;19(4):603–35.
2. Snow SW, Bohne WH, Dicarlo E, Chang VK. Anatomy of the Achilles Tendon and Plantar Fascia in Relation to the Calcaneus in Various Age Groups. *Foot Ankle Int.* 1995;16(7):418–21.
3. Rose B, Singh D. Inferior heel pain. *Orthop Trauma.* 2016;30(1):18–23.
4. Martin RL, Davenport TE, Reischl SF, McPoil TG, Matheson JW, Wukich DK, et al. Heel Pain—Plantar Fasciitis: Revision 2014. *J Orthop Sport Phys Ther.* 2014;44(11):A1–33.
5. League AC. Current Concepts Review: Plantar Fasciitis. *Foot Ankle Int.* 2008;29(3):358–66.
6. Berbrayer D, Fredericson M. Update on Evidence-Based Treatments for Plantar Fasciopathy. *PM R.* 2014;6(2):159–69.
7. Patel A, DiGiovanni B. Association Between Plantar Fasciitis and Isolated Contracture of the Gastrocnemius. *Foot Ankle Int.* 2011;32(1):5–8.
8. Milz S, Rufai A, Buettner A, Putz R, Ralphs JR, Benjamin M. Three-dimensional reconstructions of the Achilles tendon insertion in man. *J Anat.* 2002;200(2):145–52.

9. Shaw HM, Vázquez OT, McGonagle D, Bydder G, Santer RM, Benjamin M. Development of the human Achilles tendon enthesis organ. *J Anat.* 2008;213(6):718–24.
10. Kim PJ, Richey JM, Wissman LR, Steinberg JS. The variability of the achilles tendon insertion: A cadaveric examination. *J Foot Ankle Surg.* 2010;49(5):417–20.
11. 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(1):41–3.
12. Stecco C, Corradin M, Macchi V, Morra A, Porzionato A, Biz C, et al. Plantar fascia anatomy and its relationship with Achilles tendon and paratenon. *J Anat.* 2013;223(6):665–76.
13. Wolgin M, Cook C, Graham C, Mauldin D. Conservative Treatment of Plantar Heel Pain: Long-Term Follow-Up. *Foot Ankle Int.* 1994;15(3):97–102.
14. 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(4):214–21.
15. Barry LD, Barry AN, Chen Y. A retrospective study of standing gastrocnemius-soleus stretching versus night splinting in the treatment of plantar fasciitis. *J Foot Ankle Surg.* 2002;41(4):221–7.
16. Porter D, Barrill E, Oneacre K, May BD. The effects of duration and frequency of Achilles tendon stretching on dorsiflexion and outcome in painful heel syndrome: A randomized, blinded, control study. *Foot Ankle Int.* 2002;23(7):619–24.
17. DiGiovanni BF, Nawoczenski DA, Lintal ME, Moore EA, Murray JC, Wilding GE, et al. 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(7):1270–7.

18. Digiovanni BF, Nawoczenski DA, Malay DP, Graci PA, Williams TT, Wilding GE, et al. 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(8):1775–81.
19. Radford JA, Landorf KB, Buchbinder R, Cook C. Effectiveness of calf muscle stretching for the short-term treatment of plantar heel pain: A randomised trial. *BMC Musculoskelet Disord.* 2007;8:1–8.
20. Renan-Ordine R, Albuquerque-Sendín F, Rodrigues De Souza DP, Cleland JA, Fernández-de-las-Peñas C. Effectiveness of Myofascial Trigger Point Manual Therapy Combined With a Self-Stretching Protocol for the Management of Plantar Heel Pain: A Randomized Controlled Trial. *J Orthop Sport Phys Ther.* 2011;41(2):43–50.
21. Kamonseki DH, Gonçalves GA, Yi LC, Júnior IL. Effect of stretching with and without muscle strengthening exercises for the foot and hip in patients with plantar fasciitis: A randomized controlled single-blind clinical trial. *Man Ther.* 2014;23:76–82.
22. 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(1):75–82.
23. Gudeman SD, Eisele SA, Heidt RS, Colosimo AJ, Stroupe AL. Treatment of plantar fasciitis by iontophoresis of 0.4% dexamethasone. A randomized, double-blind, placebo-controlled study. *Am J Sports Med.* 1997;25(3):312–6.
24. Osborne HR, Allison GT. Treatment of plantar fasciitis by LowDye taping and iontophoresis: Short term results of a double blinded, randomised, placebo controlled clinical trial of dexamethasone and acetic acid. *Br J Sports Med.* 2006;40(6):545–9.
25. Cheung JTM, Zhang M, An KN. Effect of Achilles tendon loading on plantar fascia tension in the standing foot. *Clin Biomech.* 2006;21(2):194–203.
26. Bolívar YA, Munuera P V., Padillo JP. Relationship between tightness of the posterior muscles of the lower limb and plantar fasciitis. *Foot Ankle Int.* 2013;34(1):42–8.

## **Agradecimientos:**

A la profesora Laura Planas Ortega, tutora de este trabajo, por su ayuda, paciencia y comprensión durante la realización del trabajo.

A mi familia, amigos y compañeros, por el mutuo apoyo que nos hemos dado estos últimos meses.