

# ALARGAMIENTO PROXIMAL DEL GASTROCNEMIO MEDIAL EN EL TRATAMIENTO DE LA FASCITIS PLANTAR

P. Martínez de Albornoz, A. Oller, G. Slullitel, M. Monteagudo

*Unidad de Cirugía de Pie y Tobillo. Servicio de Cirugía Ortopédica y Traumatología.  
Hospital Universitario Quirónsalud Madrid*

## 4

### Introducción: definición y etiología

El dolor en la zona del talón o talalgia es uno de los motivos de consulta más frecuentes del pie y el tobillo. Puede afectar a pacientes de todas las edades, con una mayor prevalencia de dolor incapacitante en casi el 8% de los pacientes mayores de 50 años y en aproximadamente el 12,5% de los jóvenes reclutas militares<sup>(1)</sup>. El término de fascitis plantar involucra la inflamación de la fascia plantar, proceso normalmente delimitado en el tiempo. El término de fasciopatía plantar (FP) es el más apropiado, dado que la fascia plantar es un tejido avascular y porque incluye los trastornos mecánicos que sufre el propio tejido: fibras de colágeno desorganizadas y desarrollo de nuevos vasos sanguíneos y nervios que contribuyen al dolor. Si bien la FP es el diagnóstico más común atribuido a la talalgia, existen innumerables cuadros clínicos que pueden presentarse con síntomas similares.

Los diagnósticos diferenciales de la talalgia se pueden dividir en 4 categorías, según su relación con:

- El hueso (calcáneo):
  - Fractura de estrés.
  - Edema óseo.
  - Tumor óseo.
  - Osteomielitis
- El/Los nervio/s:
  - Síndrome del túnel del tarso.
  - Neuropatía de Baxter (primera rama del nervio plantar lateral).
  - Neuropatía de la rama calcánea medial.



<https://doi.org/10.24129/j.mact.1601.fs2403005>

© 2024 SEMCPT. Publicado por Imaidea Interactiva en FONDOSCIENCE® ([www.fondoscience.com](http://www.fondoscience.com)).

Este es un artículo Open Access bajo la licencia CC BY-NC-ND ([www.creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/](http://www.creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/)).

- Radiculopatía S1.
- Tejidos blandos y fascia plantar:
  - Tumores de partes blandas.
  - Hematomas en el talón.
  - Atrofia de la grasa plantar.
  - Fascitis.
  - Rotura de la fascia plantar.
  - Fibromas.
  - Fasciopatía.

Cualquier patología médica que afecte a las propiedades viscoelásticas de la fascia plantar y los tejidos blandos influye en el desarrollo de la inflamación, de la rigidez y del dolor<sup>(2)</sup>. En este sentido, en los casos de sintomatología crónica recalcitrante será necesario descartar las patologías descritas mediante las pruebas complementarias pertinentes: analítica, resonancia, electromiograma. Por encima de todo, es fundamental realizar una historia clínica adecuada y una exploración física exhaustiva.

La etiología de la FP es multifactorial, pero existen unos factores de riesgo reconocidos que incluyen: un índice de masa corporal (IMC) elevado > 30 kg/m<sup>2</sup>, bipedestación o impacto prolongado, aumento de la pronación del pie y una dorsiflexión del tobillo limitada<sup>(1,3)</sup>. Conviene señalar que los estudios que identifican estos factores de riesgo han establecido asociación, pero no causalidad<sup>(1-3)</sup>. Los síntomas suelen ser autolimitados hasta los 12 meses, pero pueden volverse crónicos hasta en un 10% de los casos<sup>(1,3)</sup>.

Es fundamental llegar al diagnóstico correcto e identificar la/s causa/s de la FP. Solo así podremos obtener buenos resultados en el tratamiento de este grupo tan complejo de pacientes con síntomas crónicos refractarios a las terapias conservadoras.

## Mecánica y patomecánica

### ¿Cómo funciona el sistema aquileo-calcáneo-plantar?

Durante el ciclo de la marcha se produce un mecanismo natural de almacenamiento y liberación de energía por parte del sistema aquileo-calcáneo-plantar (SACP). Los gastrocnemios se estiran con una contracción excéntrica durante el primer *rocker* (frenado) (almacenamiento de energía elástica), para experimentar después una

contracción concéntrica durante el tercer *rocker* (liberación de energía). El trabajo del gastrocnemio medial parece ser el de mayor relevancia en esta función, por la relación potencia-longitud de sus fascículos y su capacidad de trabajo dentro de un rango óptimo de utilización de energía, que es mucho más evidente cuando se aprovecha al máximo la elasticidad del tejido tendinoso aquileo durante la carrera<sup>(4,5)</sup>.

Existe una relación biomecánica positiva entre el acortamiento gemelar y el aumento de la tensión del tendón de Aquiles y la fascia plantar<sup>(6)</sup>. El aumento de la tensión de la fascia plantar es el responsable a su vez de las metatarsalgias estáticas o de segundo *rocker*, con queratosis circunscritas, plantares respecto de las cabezas metatarsianas. La sobrecarga mecánica que se produce durante el golpe del talón puede provocar una respuesta inflamatoria en la entesis de la fascia. Los autores Benjamin *et al.*<sup>(7)</sup> prefieren el concepto de “órgano entésico”, que englobaría la propia entesis y los tejidos perientésicos (como la grasa plantar), que sirven para disipar el estrés de la carga. El acortamiento gemelar puede no tener ninguna repercusión clínica y en algunas situaciones –como la edad avanzada– tolerarse adecuadamente. Pero una retracción excesiva de los gastrocnemios no permite el par conjunto de extensión completa de rodilla y dorsiflexión del tobillo, aumentando el riesgo de sufrir patología a lo largo del SACP.

## Clínica y tratamiento de la fascitis plantar

La historia médica y la exploración física estática y dinámica del paciente con patología de FP son primordiales, puesto que con ellas alcanzaremos su diagnóstico en el 90% de los casos. Es decir, el diagnóstico de la FP es un diagnóstico fundamentalmente clínico.

Descartada la patología médica que afecte a las propiedades viscoelásticas de la fascia plantar y los tejidos blandos, nos centraremos en: i) la exploración física del paciente; y ii) el estudio cualitativo de la marcha.

- Exploración física. El dolor en la exploración se localiza típicamente (pero no siempre) en la cara plantar medial de la tuberosidad del calcáneo, alrededor de la inserción de la fascia. El dolor debido al componente

elástico de la FP mejora con la dorsiflexión del tobillo. El paciente suele contar un dolor agudo “de inicio” de la marcha por las mañanas, cuando se reincorpora, que mejora con la actividad física y de nuevo empeora al final del día o con las actividades de impacto. El paciente puede presentar de forma concomitante otros síntomas secundarios, como: tendinopatía del Aquiles, contractura o roturas fibrilares de los gemelos, periostitis de la tibia, tendinopatía de los extensores o del tibial anterior. A todos estos síntomas los englobamos en el llamado “síndrome gemelar”, ya que todos tienen en común un acortamiento del gastrocnemio. La prueba clínica que permite explorar el origen del equinismo del tobillo es el test de Silfverskiöld<sup>(8)</sup>, que se explica en el primer capítulo. Un test de Silfverskiöld positivo nos orientará a un acortamiento gemelar y un resultado negativo nos orientará a una retracción del Aquiles o de la cápsula articular. Se considera que existe un gemelo corto cuando la flexión dorsal pasiva del tobillo es negativa con la rodilla en extensión (eje del peroné-base del quinto metatarsiano  $> 90^\circ$ ) y pasa a ser positiva con la rodilla en flexión (eje longitudinal del peroné-eje longitudinal del quinto metatarsiano  $< 90^\circ$ ) (Figura 1). También se considera significativa una diferencia de  $15^\circ$  de flexión dorsal del tobillo entre la flexión y la extensión

de la rodilla. Existen otras pruebas clínicas para diagnosticar el acortamiento gemelar, como el test de la arruga<sup>(9)</sup>.

- ii. Estudio cualitativo de la marcha. El estudio de la marcha puede abordarse desde el punto de vista cualitativo (análisis visual de la marcha), que describe el movimiento de los distintos segmentos corporales durante la marcha en función de la inspección. Es necesario disponer de un espacio diáfano para que el sujeto pueda alcanzar su cadencia de marcha normal. La clave del análisis cualitativo de la marcha radica en seguir una sistemática, personal de cada observador, de modo que se describan ordenadamente los eventos que se aprecian



**Figura 1.** Exploración del test de Silfverskiöld positivo. A: colocación del pie en supinación y rodilla en extensión; B: ángulo del eje peroné-eje del quinto metatarsiano  $< 90^\circ$  y rodilla en flexión.

en cada uno de los segmentos corporales y en cada uno de los planos del espacio, teniendo en mente los atributos de la marcha normal<sup>(10)</sup>. Todos caminamos de una forma diferente. Cada individuo adapta la marcha según sus mecanismos de compensación. El equinismo subclínico se puede manifestar de diversas formas, como: una sustitución extensora de los radios menores en el primer *rocker* de la marcha, una disminución del tiempo del segundo *rocker*, un aumento de la rotación externa en la marcha, la marcha “en pichón” o *bouncy gait*, aumento de la pronación tarsiana, garras digitales de los radios menores (más acentuadas desde el quinto al tercer radio). Con el paciente sentado o tumbado se pueden observar ocasionalmente en la planta del pie las queratosis mixtas o circunscritas en la almohadilla metatarsiana, queratosis más acentuadas en el antepié que en el retropié debido al equinismo subclínico y un *hallux limitus* funcional. A todos estos signos indirectos los llamamos “fenómenos de escape”, que responden a modificaciones estructurales para compensar el equinismo en la marcha y no necesariamente son dolorosos. En el paciente con FP podemos encontrar algunos de estos “fenómenos de escape” que han estado compensando durante años el equinismo subclínico y que, al perder flexibilidad y ganar rigidez, han empezado a resultar insuficientes y dolorosos.

### Pruebas complementarias

Las radiografías simples en carga pueden revelar la presencia de osteofitos en el talón. Aunque hay una mayor incidencia de osteofitos en el talón en pacientes que sufren FP (75% vs. 63% en pacientes asintomáticos), no existe una correlación aparente entre los espolones y el dolor<sup>(11)</sup>. La ecografía y la resonancia magnética (RM) son útiles para descartar otros trastornos y hallazgos atípicos alrededor del talón (fractura por estrés del calcáneo, tumores, fibromas). El engrosamiento de la fascia plantar puede medirse, aunque aparentemente no hay una correlación significativa entre el grosor y el dolor<sup>(12)</sup>. Se deben realizar pruebas de laboratorio para descartar patología endocri-

na e inflamatoria subyacente, especialmente en pacientes con casos bilaterales.

### Tratamiento conservador de la fascitis plantar

La cronopatogenia del cuadro nos dice que alrededor del 90% de las FP proximales se autolimitan y mejoran entre 6 y 8 meses después de su inicio<sup>(13)</sup>. Algunos tratamientos conservadores se centran en la zona de inserción proximal de la fascia (ortesis, infiltraciones, ondas de choque), mientras otros tratamientos (férulas nocturnas, estiramientos) se centran en la relación entre la tensión del gastrocnemio y la fascia plantar. El metaanálisis de Salvioli *et al.*<sup>(14)</sup> analizó diversos tratamientos no quirúrgicos como los descritos anteriormente, en estudios de bajo o medio nivel de evidencia, y con pequeños beneficios a corto plazo para cada uno de ellos. La evidencia actual respalda el concepto de los ejercicios excéntricos, de estiramiento de los gemelos y elongación de la fascia plantar como primera línea de tratamiento no quirúrgico<sup>(14,15)</sup>.

### Tratamiento quirúrgico de la fasciopatía plantar

Se puede actuar en diferentes zonas para realizar el alargamiento del SACP. Los procedimientos quirúrgicos más comunes pueden actuar sobre:

1. La fascia plantar.
2. Los gastrocnemios:
  - Técnica de Vulpius/Strayer.
  - Alargamiento proximal del gastrocnemio medial.

### Actuación sobre la fascia plantar

#### Fasciotomía plantar proximal

La fasciotomía parcial proximal es la técnica quirúrgica universal más aceptada para el tratamiento de la FP. Existen muchas variantes técnicas: abierta, miniinvasiva, endoscópica, pero todas ellas intentan ejercer un efecto de disminución de la tensión sobre la inserción calcánea. La fasciotomía proximal suele ser parcial (de un tercio),

intentando respetar los dos tercios más externos de la fascia, para evitar así alterar las propiedades mecánicas del mecanismo de *windlass* (efecto cabestrante, mantenimiento de la bóveda plantar) y asumir nuestra limitación a la hora de no poder definir cuánta fascia seccionar o cómo realizar un protocolo de tratamiento postoperatorio individualizado según las circunstancias físicas de cada paciente. Waldecker y Gefen<sup>(16,17)</sup> estudiaron los efectos de la fasciotomía plantar proximal con estrés de carga en bipedestación. El aumento de estrés de la compresión dorsal en las articulaciones de la columna interna del pie sugiere que la fasciotomía puede acelerar las lesiones por fatiga en estos huesos durante la actividad intensa. La disminución en la capacidad de absorción de impactos de un paciente con una fasciotomía debería tenerse presente, sobre todo en deportistas, dada la exigencia de impactos en la carrera.

### Descripción de la técnica quirúrgica de la fasciotomía plantar proximal

Con el paciente en decúbito supino, se realiza una incisión de unos 3-4 cm de longitud justo medial y distal a la almohadilla grasa del talón. Mediante disección roma, siguiendo el eje longitudinal de la fascia, se separa la aponeurosis, a unos 2 cm de su inserción calcánea. Se realiza una sección del tercio medial de la fascia, procurando no lesionar la musculatura intrínseca subyacente y los nervios plantares adyacentes. Se realiza una limpieza de la fibrosis periaponeurótica, y una hemostasia exhaustiva después de retirar la isquemia. En la opinión de los autores no existe ningún motivo para extirpar el osteofito calcáneo de un paciente. La resección del osteofito precisa

aumentar la disección y expone a complicaciones mayores.

### Actuación sobre los gastrocnemios

El SACP se divide en 5 niveles anatómicos (I-V) de distal a proximal. El alargamiento quirúrgico del gastrocnemio o gastrocnemio-sóleo se puede realizar desde la zona II (Vulpus), III (Strayer), IV (Baumann) o V (Barouk, Silfverskiöld)<sup>(18)</sup> (Figura 2). La selección de la zona y la técnica quirúrgica puede estar condicionada por el grado de equinismo y otros gestos quirúrgicos accesorios. Las técnicas más proximales en la zona V (Barouk/Silfverskiöld) y la zona IV (Baumann) se realizarán en aquellos pacientes que presenten un test de Silfverskiöld positivo y un equinismo leve-moderado. Las técnicas más distales en zona III (Strayer) se realizarán en pacientes con un equinismo moderado, en el contexto de múltiples procedimientos quirúrgicos y el paciente en decúbito supino. En la zona II, la técnica de Vulpus estaría indicada

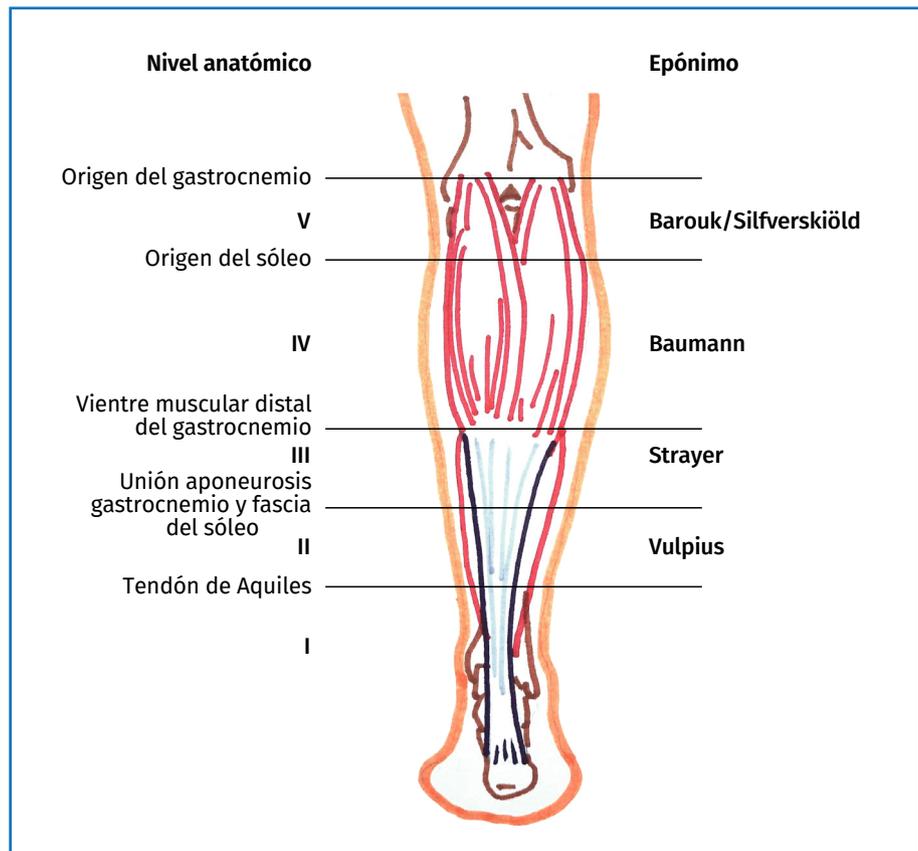


Figura 2. Procedimientos quirúrgicos y niveles anatómicos.

en un equinismo moderado o severo aislado, en el contexto de un paciente sometido a múltiples procedimientos quirúrgicos y en posición en decúbito prono.

Las técnicas más comúnmente utilizadas se describen a continuación.

### Técnica de Vulpius/Strayer

El alargamiento de los gastrocnemios en la zona II-III es una intervención originalmente descrita por Vulpius en 1913 para mejorar la contractura en equino del SACP en pacientes espásticos o con otros problemas neurológicos<sup>(19)</sup>. La técnica descrita por Vulpius en 1913 fue modificada en numerosas ocasiones, como hizo Strayer en 1950<sup>(20)</sup>. En 1935, Morton ya sugirió que un tendón de Aquiles demasiado tenso podría ser la causa de muchos problemas en el antepié y en el tobillo<sup>(21)</sup>. En 1973, McGlamry<sup>(22)</sup> planteaba que la contractura o el acortamiento de los gastrocnemios podían jugar un papel importante en la génesis o el empeoramiento de muchas patologías frecuentes del pie y del tobillo. El mismo autor parece haber sido el primero en realizar un alargamiento gemelar en un paciente no neuropático<sup>(22)</sup>. Las técnicas de Vulpius y Strayer ofrecen un mayor potencial de alargamiento gemelar que las técnicas realiza-

das en zonas más proximales, a costa de mayores índices de complicaciones relacionados con la lesión del nervio sural, la elongación excesiva, la pérdida de fuerza plantar-flexora y problemas con la cicatriz. La incidencia de lesión nerviosa puede disminuir si conocemos que en la localización óptima de la incisión el nervio pasa por la unión de los dos tercios internos con el tercio externo de la aponeurosis. La elongación excesiva del tríceps es difícil de cuantificar y controlar.

La técnica quirúrgica se describe en el primer capítulo.

### Técnica de alargamiento proximal del gastrocnemio medial

El alargamiento proximal del gastrocnemio medial (APGM) en la zona V presenta un potencial de alargamiento gemelar menor que las técnicas descritas, pero con una mayor seguridad quirúrgica, comodidad para el paciente y sencillez para el cirujano. El APGM se realiza en niños espásticos desde hace más de 35 años y en un 20% de los casos será una cirugía suficiente como para corregir desequilibrios en casos de espasticidad leve o moderada<sup>(23)</sup>. Samuel Barouk<sup>(23)</sup> empezó a realizar el APGM en 1983 para el tratamiento de la metatarsalgia estática, provocada o agravada

**Tabla 1. RESUMEN DE LOS PROCEDIMIENTOS QUIRÚRGICOS DEL ALARGAMIENTO GEMELAR, NIVELES, PROS Y CONTRAS DE LAS TÉCNICAS**

Técnica	Nivel	Posición	Abordaje	Carga	Pros	Contras
Barouk/ Silfverskiöld	Nivel V: gastro aislado	Prono	Hueco poplíteo	Carga inmediata y calzado cómodo	Incisión estética Conserva la masa muscular y la fuerza	Riesgo de dañar el paquete vasculonervioso tibial y la pata de ganso
Baumann	Nivel IV: gastro aislado o combinado gastrosóleo	Supino	Barouk/ Silfverskiöld	Carga con o sin bota. Férula nocturna	Conserva la masa muscular y fuerza	Sangrado Posición adecuada de la incisión Menor potencia de alargamiento
Strayer	Nivel III: gastro aislado o combinado gastrosóleo	Supino	Barouk/ Silfverskiöld	Carga con bota ortopédica	Técnica sencilla Mayor potencia de alargamiento	Mayor pérdida de fuerza Difícil liberación lateral Riesgo de recurrencia si los cuidados postoperatorios son insuficientes
Vulpius	Nivel II: gastro aislado o combinado gastrosóleo	Prono	Barouk/ Silfverskiöld	Carga con bota ortopédica	Se sutura en la longitud deseada	Cicatriz visible Riesgo de lesión del nervio sural

por un acortamiento gemelar. En 2009, el grupo de Solan estudió la contribución relativa de cada una de las cabezas del gastrocnemio para lograr una liberación eficaz y descubrió que la cabeza medial era la causa principal del acortamiento gemelar<sup>(4)</sup>. Se accede de forma segura a la cabeza medial proximal del gastrocnemio en el pliegue medial de la fosa poplítea. Kohls-Gatzoulis y Solan corroboraron la eficacia de la liberación aislada del gastrocnemio proximal para el tratamiento de la FP recalcitrante<sup>(5)</sup>.

La técnica quirúrgica se describe en el primer capítulo (Tabla 1).

### Tratamiento quirúrgico preferido por los autores

Las diferentes técnicas de alargamiento se clasifican según el nivel anatómico desde el I más distal al V más proximal<sup>(18)</sup>. En nuestra práctica preferimos un abordaje quirúrgico en el nivel V más proximal y la técnica de Barouk (sección aislada del gastrocnemio medial). La liberación de la aponeurosis del gemelo proximal a través de un abordaje medial puede poner en riesgo el nervio safeno y la vena safena mayor. Los autores Maskill *et al.*<sup>(24)</sup> estudiaron en 2010 un abordaje más distal, en la unión musculotendinosa, para el tratamiento de la FP recalcitrante, obteniendo buenos resultados. El procedimiento convencional de Strayer puede poner en riesgo el nervio sural y, en ocasiones, tener malos resultados estéticos. Además, precisa de una bota ortopédica postoperatoria<sup>(25)</sup>. Por el contrario, el APGM permite a los pacientes el apoyo inmediato con calzado cómodo según la tolerancia tras la cirugía. En la zona plantar, la fasciotomía puede alterar la función normal de la fascia plantar y los efectos potenciales sobre la biomecánica del pie y el tobillo son impredecibles. En nuestra experiencia, el APGM presenta un enfoque más racional desde el punto de vista del tratamiento quirúrgico, siendo un gesto más seguro, predecible, eficaz y suficiente.

En el año 2013, Monteagudo *et al.*<sup>(26)</sup> revisaron de forma retrospectiva a 60 pacientes que se habían sometido a cirugía por una FP crónica durante un periodo de 4 años. A 30 pacientes se les realizó una fasciotomía proximal parcial abierta aislada y a 30 una liberación aislada proximal del gastrocnemio medio. El alivio del dolor y la satis-

facción del paciente fueron mayores en la cohorte de liberación proximal del gastrocnemio a un promedio de 12 meses desde la cirugía. Solo el 45% de los pacientes en el grupo de la fasciotomía recomendarían el procedimiento a un amigo cercano y el 35% se sometería a la misma cirugía si tuviera una FP recalcitrante en el pie contralateral. El 95% de los pacientes en el grupo de la liberación del gemelo recomendarían el procedimiento y el 95% se sometería a la misma cirugía en la pierna contralateral. Es interesante observar que alrededor del 20% de los que mejoraron con la liberación del gastrocnemio lo hicieron dentro de la semana posterior a la cirugía, alrededor del 60% entre las semanas 1 y 8, y el 20% restante de las mejoras aparecieron entre los meses segundo y sexto después de la cirugía. En el grupo de la fasciotomía, ninguno de los pacientes notó mejoría dentro de las 6 semanas posteriores a la cirugía<sup>(26)</sup>. En 2020, los autores Gamba *et al.*<sup>(27)</sup> realizaron también un estudio aleatorizado comparando ambas técnicas en 21 pacientes sometidos a fasciotomía y 15 pacientes sometidos a APGM. Sus resultados clínicos fueron satisfactorios en ambos grupos, si bien dejan reflejado que la recuperación fue más rápida en el grupo de la liberación del gastrocnemio medio.

Desde la publicación en 2013<sup>(26)</sup>, los autores hemos seguido registrando los resultados clínicos y funcionales de los más de 150 pacientes que han sido intervenidos de FP con un APGM. El análisis de esta serie con un seguimiento de hasta 14 años de evolución de algunos pacientes nos lleva conclusiones muy interesantes, como:

- El bajo porcentaje de complicaciones quirúrgicas, la mayoría poco relevantes.
- Los favorables resultados clínicos de pacientes con FP recalcitrante de años de evolución. Hay que señalar que el tiempo transcurrido hasta la cirugía no resultó ser un factor condicionante del buen resultado.
- Los pacientes que además referían otros dolores secundarios relacionados con el síndrome gemelar (tendinopatía del Aquiles, contracturas del gemelo, periostitis) también mejoraron significativamente de estas patologías secundarias.
- Todos los pacientes deportistas o con una alta demanda funcional pudieron reincorporarse a sus actividades previas sin una pérdida de fuerza o potencia de la extremidad.

En resumen, cualquier técnica que alargue el tríceps sural es válida siempre que resuelva el acortamiento y el dolor. El grado de retracción se puede medir, pero hasta la fecha no podemos cuantificar el alargamiento óptimo para cada paciente sin que llegue a perder potencia. La elección del segmento anatómico del procedimiento quirúrgico dependerá de la experiencia del cirujano, su familiaridad con la técnica y de la selección del paciente. Como se ha comentado previamente, las series avalan mejorías clínicas tanto con la fasciotomía como con las técnicas de alargamiento gemelar. Pacientes con otros síntomas secundarios englobados en el síndrome gemelar o pacientes deportistas, en nuestra experiencia, son los que más se benefician del alargamiento gemelar en el nivel más proximal. Ante la duda, en nuestra experiencia proponemos un alargamiento gemelar en la zona V, dado que se tolera mejor un cierto equinismo residual que un alargamiento excesivo con pérdida de potencia en la pierna.

### Bibliografía

1. Thomas MJ, Whittle R, Menz HB, Rathod-Mistry T, Marshall M, Roddy E. Plantar heel pain in middle-aged and older adults: population prevalence, associations with health status and lifestyle factors, and frequency of healthcare use. *BMC Musculoskelet Disord*. 2019 Jul 20;20(1):337.
2. Hsu TC, Lee YS, Shau YW. Biomechanics of the heel pad for type 2 diabetic patients. *Clin Biomech (Bristol, Avon)*. 2002 May;17(4):291-6.
3. Lapidus PW, Guidotti FP. Painful heel: report of 323 patients with 364 painful heels. *Clin Orthop Relat Res*. 1965 Mar-Apr;39:178-86.
4. 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.
5. Kohls-Gatzoulis JA, Solan M. Results of proximal medial gastrocnemius release. *J Bone Joint Surg Br*. 2009;91-B:361.
6. Cheung JT, Zhang M, An KN. Effects of plantar fascia stiffness on the biomechanical responses of the ankle-foot complex. *Clin Biomech (Bristol, Avon)*. 2004 Oct;19(8):839-46.
7. Benjamin M, Moriggl B, Brenner E, Emery P, McGonagle D, Redman S. The "enthesis organ" concept: why enthesopathies may not present as focal insertional disorders. *Arthritis Rheum*. 2004 Oct;50(10):3306-13.
8. 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.
9. Sanhudo JAV, Canuto GM. Wrinkle sign for the Silfverskiöld test. *J Foot Ankle*. 2021;15(2):188-90.
10. Maceira Suárez E. Análisis cinemático y cinético de la marcha humana. *Rev Pie Tobillo*. 2003;XVII(1):29-37.
11. Solan MC, Carne A, Davies MS. Gastrocnemius shortening and heel pain. *Foot Ankle Clin*. 2014;19:719-38.
12. Toomey EP. Plantar heel pain. *Foot Ankle Clin*. 2009;14:229-45.
13. Davies MS, Weiss GA, Saxby TS. Plantar fasciitis: how successful is surgical intervention? *Foot Ankle Int*. 1999;20:803-7.
14. Salvioli S, Guidi M, Marcotulli G. The effectiveness of conservative, non-pharmacological treatment, of plantar heel pain: a systematic review with meta-analysis. *Foot*. 2017;33:57-67.
15. 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;88:1775-81.
16. Waldecker U, Roth E, Bodem F, Meurer A, Heine J. Effect of a sequential plantar fasciotomy on the width of the forefoot. *Foot Ankle Surg*. 2005;11:207-10.
17. Gefen A. Stress analysis of the standing foot following surgical plantar fascia release. *J Biomech*. 2002 May;35(5):629-37.
18. Lamm BM, Paley D, Herzenberg JE. Gastrocnemius soleus recession: A simpler, more limited approach. *J Am Podiatr Med Assoc*. 2005 Jan-Feb;95(1):18-25.
19. Vulpius O, Stoffel A. Tenotomie der end schnen der mm: gastrocnemius et soleus. En: *Orthopadische operationslehre*. Stuttgart: Ferdinand Enke; 1913.
20. Strayer LM Jr . Recession of the gastrocnemius: an operation to relieve spastic contracture of the calf muscles. *J Bone Joint Surg Am*. 1950;32-A:671-6.
21. Morton DJ. *The Human Foot, its Evolution, Physiology and Functional Disorders*. New York: Columbia University Press; 1935.
22. McGlamry ED, Kitting RW. Aquinus foot. An analysis of the etiology, pathology and treatment techniques. *J Am Podiatry Assoc*. 1973 May;63(5):165-84.
23. Barouk LS. *Forefoot reconstruction*. París: Springer-Verlag; 2003.
24. Maskill JD, Bohay DR, Anderson JG. Gastrocnemius recession to treat isolated foot pain. *Foot Ankle Int*. 2010;31:19-23.

25. Herzenberg JE, Lamm BM, Corwin C, Sekel J. Isolated recession of the gastrocnemius muscle: the Baumann procedure. *Foot Ankle Int.* 2007;28:1154-9.
26. Monteagudo M, Maceira E, García-Virto V, Canosa R. Chronic plantar fasciitis: plantar fasciotomy versus gastrocnemius recession. *Int Orthop.* 2013;37:1845-50.
27. Gamba C, Serrano-Chinchilla P, Ares-Vidal J, Solano-Lopez A, González-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 Mar;41(3):267-74.