



REVISTA ESPAÑOLA DE PODOLOGÍA

Publicación Oficial del Consejo General de Colegios Oficiales de Podólogos

Artículo Aceptado para su pre-publicación / Article Accepted for pre-publication

Título / Title:

Efectividad clínica y funcional del Alargamiento de la Musculatura Posterior de la pierna.
Revisión sistemática. / Clinical and Functional Effectiveness of Posterior Leg Muscle
Lengthening: A Systematic Review

Autores / Authors:

Rafael Rayo Martín, Marta Andrade Sánchez, Alberto Rayo Martín, Ana Mª Rayo Pérez

DOI: [10.20986/revesppod.2025.1747/2025](https://doi.org/10.20986/revesppod.2025.1747/2025)

Instrucciones de citación para el artículo / Citation instructions for the article:

Rayo Martín Rafael, Andrade Sánchez Marta, Rayo Martín Alberto, Rayo Pérez Ana Mª.
Efectividad clínica y funcional del Alargamiento de la Musculatura Posterior de la pierna.
Revisión sistemática. / Clinical and Functional Effectiveness of Posterior Leg Muscle
Lengthening: A Systematic Review. Rev. Esp. Pod. 2025. doi:
10.20986/revesppod.2025.1747/2025.



Este es un archivo PDF de un manuscrito inédito que ha sido aceptado para su publicación en la Revista Española de Podología. Como un servicio a nuestros clientes estamos proporcionando esta primera versión del manuscrito en estado de pre-publicación. El manuscrito será sometido a la corrección de estilo final, composición y revisión de la prueba resultante antes de que se publique en su forma final. Tenga en cuenta que durante el proceso de producción se pueden dar errores lo que podría afectar el contenido final.



REVISIÓN

Artículo bilingüe español / inglés

Rev Esp Podol. 2025;xx(x):xx-xx

DOI: <http://dx.doi.org/10.20986/revespod.2025.1747/2025>

Efectividad clínica y funcional del alargamiento de la musculatura posterior de la pierna: revisión sistemática

Clinical and functional effectiveness of posterior leg muscle lengthening: a systematic review

Rafael Rayo Martín¹, Marta Andrade Sánchez², Alberto Rayo Martín³ y Ana M.^a Rayo Pérez¹

¹Universidad de Sevilla. España. ²Práctica privada. Sevilla, España. ³Clínica Rayo. Arahal, Sevilla, España

Palabras clave:

Tendón de Aquiles, gastrocnemios, soleo, tratamiento quirúrgico, efectividad, revisión sistemática.

Resumen

Introducción: El alargamiento de la musculatura posterior es una intervención quirúrgica empleada para tratar el equinismo y diversas patologías relacionadas con la limitación funcional del tobillo. El objetivo de este artículo es evaluar la efectividad y seguridad de las diferentes técnicas de alargamiento de la musculatura posterior (incluyendo Vulpius, Baumann, Strayer, Hoke, Z-plastia, Baker, Barouk, Silverskiöld) a través de una revisión bibliográfica.

Material y métodos: Se realizó una revisión sistemática de artículos científicos publicados hasta el año 2024, seleccionando aquellos que evaluaran los resultados clínicos, funcionales y quirúrgicos de las técnicas de alargamiento de la musculatura posterior de la pierna. Se incluyeron estudios experimentales, clínicos y revisiones que aportaran datos cuantitativos. En todos los casos se evaluó la calidad metodológica y el riesgo de sesgo mediante herramientas adaptadas al tipo de diseño de cada estudio.

Resultados: La mayoría de los estudios reportaron una mejora significativa en la dorsiflexión del tobillo y reducción del dolor tras el alargamiento muscular, con una baja tasa de complicaciones. La recesión proximal medial del gastrocnemio mostró efectividad comparable y menor morbilidad respecto al alargamiento del tendón de Aquiles.

Conclusión: El alargamiento de la musculatura posterior es una intervención efectiva para el tratamiento del equinismo y patologías asociadas, con variaciones técnicas que permiten adaptar el procedimiento según la etiología y características del paciente. La recesión del gastrocnemio se presenta como una alternativa segura con buenos resultados funcionales, especialmente en poblaciones con riesgo aumentado de complicaciones.

Keywords:

Achilles tendon, soleus, gastrocnemius, surgical treatment, effectiveness, systematic review.

Abstract

Introduction: Posterior muscle lengthening is a surgical intervention used to treat equinus and various conditions related to limited ankle function. The objective of this article is to evaluate the effectiveness and safety of different posterior muscle lengthening techniques (including Vulpius, Baumann, Strayer, Hoke, Z-plasty, Baker, Barouk, and Silverskiöld) through a literature review.

Material and methods: A systematic review of scientific articles published up to 2024 was conducted, selecting those that evaluated the clinical, functional, and surgical outcomes of posterior leg muscle lengthening techniques. Experimental and clinical studies, as well as reviews that provided quantitative data, were included. In all cases, methodological quality and risk of bias were assessed using tools adapted to the design of each study.

Results: Most studies reported significant improvement in ankle dorsiflexion and pain reduction following muscle lengthening, with a low complication rate. Proximal medial gastrocnemius recession showed comparable effectiveness and lower morbidity than Achilles tendon lengthening.

Conclusion: Posterior muscle lengthening is an effective intervention for treating equinus and related conditions, with technical variations allowing the procedure to be tailored to the patient's etiology and clinical profile. Gastrocnemius recession appears to be a safe alternative with good functional outcomes, particularly in populations at higher risk for complications.

Recibido: 23-07-2025

Aceptado: 05-10-2025



0210-1238 © Los autores. 2025.
Editorial: INSPIRA NETWORK GROUP S.L.
Este es un artículo Open Access bajo la licencia CC Reconocimiento 4.0 Internacional
(www.creativecommons.org/licenses/by/4.0/).

Correspondencia:

Alberto Rayo Martín
clnicarayo@gmail.com

Introducción

El alargamiento de la musculatura posterior de la pierna, particularmente del gastrocnemio y el tendón de Aquiles, es una intervención quirúrgica comúnmente empleada para tratar diversas patologías ortopédicas relacionadas con el equinismo y la limitación funcional del tobillo. Estas técnicas, que incluyen la recesión del gastrocnemio y el alargamiento del tendón de Aquiles, se han convertido en procedimientos fundamentales para mejorar la dorsiflexión del tobillo, aliviar el dolor asociado y corregir deformidades que afectan la marcha y la calidad de vida de los pacientes¹.

El equinismo, caracterizado por una contractura restrictiva del tríceps sural que limita la dorsiflexión del tobillo, puede originarse por múltiples causas, tales como trastornos neurológicos, patologías metabólicas o alteraciones biomecánicas². En el contexto de enfermedades como la parálisis cerebral infantil, la contractura del gastrocnemio se ha identificado como una causa frecuente de alteraciones en el patrón de marcha, que conlleva a limitaciones funcionales importantes. Hay estudios que han demostrado que tanto la recesión del gastrocnemio como el alargamiento del tendón de Aquiles pueden mejorar la longitud y función del músculo, permitiendo un aumento significativo en el rango de movimiento del tobillo y mejorando la funcionalidad del miembro afectado^{4,5}.

En pacientes diabéticos con deformidad en equino, la elección entre recesión del gastrocnemio y alargamiento del tendón de Aquiles adquiere una relevancia clínica particular. Greenhagen y cols.¹ destacan que la recesión del gastrocnemio puede ofrecer beneficios sustanciales en términos de alivio de la presión en la parte anterior del pie, con menor riesgo de complicaciones comparado con el alargamiento del tendón de Aquiles. Esto es especialmente relevante en la población diabética, en la cual la cicatrización y la integridad de los tejidos pueden estar comprometidas. Además, un reporte de caso publicado por los mismos autores^{1,2,4} describe una modificación técnica para realizar la recesión proximal del gastrocnemio como alternativa segura y efectiva para la reducción de la presión en el antepié, subrayando la importancia de la técnica quirúrgica adecuada para optimizar los resultados clínicos.

En la práctica clínica la recesión del gastrocnemio se ha empleado también para el tratamiento de condiciones como la metatarsalgia y la fascitis plantar crónica. Cortina y cols.⁵ revisaron la eficacia de la recesión de gastrocnemio en pacientes con metatarsalgia, reportando mejoras significativas en el alivio del dolor y en la funcionalidad al reducir la tensión sobre el antepié. De forma similar, Hoefnagels y cols.⁶ evaluaron la efectividad del alargamiento del gastrocnemio en pacientes con fascitis plantar resistente a tratamientos conservadores, mostrando un aumento en el rango de dorsiflexión y una reducción en los síntomas dolorosos, lo que respalda el uso de esta intervención quirúrgica en casos seleccionados.

Desde un punto de vista anatómico y técnico, la recesión proximal medial del gastrocnemio se ha descrito como una técnica que permite preservar la función muscular y limitar el daño tisular, favoreciendo una recuperación más rápida y menos complicaciones postoperatorias⁷. Esta técnica consiste en la liberación selectiva del vientre muscular medial del gastrocnemio en la zona proximal, logrando un aumento en la longitud funcional del músculo sin comprometer la estabilidad del tendón de Aquiles, lo que resulta en una mejoría en la dorsiflexión sin debilitar la musculatura implicada.

Es importante destacar que la elección entre recesión del gastrocnemio y alargamiento del tendón de Aquiles debe ser individualizada y basada en una evaluación clínica detallada, que incluya la identificación precisa de la contractura muscular y la afectación funcional. La limitación aislada del gastrocnemio puede ser abordada con recesión, mientras que la afectación más global del tríceps sural (gastrocnemio y soleo) podría requerir un alargamiento del tendón⁸⁻¹⁰. Además, la consideración de factores como la edad, la etiología de la contractura y las comorbilidades es fundamental para optimizar los resultados quirúrgicos y minimizar complicaciones.

La presente investigación se centra en la siguiente cuestión clínica: en pacientes adultos con contractura o limitación de la musculatura posterior de la pierna, ¿cuál es la efectividad clínica y funcional de las técnicas quirúrgicas de alargamiento del gastrocnemio en comparación con otras intervenciones o con la situación basal previa a la intervención? Este estudio pretende evaluar los resultados en términos de dorsiflexión del tobillo, alivio del dolor, función articular, satisfacción del paciente y la incidencia de complicaciones postoperatorias, con el objetivo de proporcionar evidencia que oriente la selección del procedimiento quirúrgico más adecuado para el manejo de estas patologías musculoesqueléticas.

Material y métodos

Se llevó a cabo una revisión sistemática siguiendo las directrices de la guía PRISMA 2020, con el objetivo de sintetizar y analizar críticamente la evidencia científica disponible sobre la efectividad de las técnicas quirúrgicas de alargamiento de la musculatura posterior de la pierna, particularmente del gastrocnemio, en diversas condiciones clínicas. El estudio se registró en la base de datos PROSPERO con referencia CRD420251151880.

Para la realización del presente estudio se formuló una pregunta PICO en base a las siguientes características:

- **P (Paciente/Problema):** pacientes adultos con limitación de dorsiflexión del tobillo, dolor o disfunción relacionada con contractura de la musculatura posterior de la pierna (gastrocnemio) o con patologías asociadas como fascitis plantar, metatarsalgia o alteraciones de la marcha.
- **I (Intervención):** técnicas quirúrgicas de alargamiento del gastrocnemio (por ejemplo, Vulpius, Strayer, Baumann, Hoke, Z-plastia, Baker, Barouk, Silfverskiöld).
- **C (Comparación):** no intervenciones quirúrgicas, otras técnicas quirúrgicas alternativas o estado basal previo a la cirugía (cuando no hay grupo control).
- **O (Outcome/Resultados):** mejoría clínica y funcional medida por rango de dorsiflexión, reducción del dolor, mejora de la función, satisfacción del paciente y complicaciones.

Fuentes de información y estrategia de búsqueda

La búsqueda bibliográfica se llevó a cabo en las siguientes bases de datos electrónicas: PubMed/Medline, Scopus, ScienceDirect y Cochrane Library.

El periodo de búsqueda abarcó desde el año 2015 hasta abril de 2025. Se utilizaron combinaciones de palabras clave y operadores booleanos: ("gastrocnemius recession" OR "posterior muscle lengthening" OR "Vulpius" OR "Strayer" OR "Baumann" OR "Hoke" OR

“Z-plasty” OR “Baker” OR “Barouk” OR “Silfverskiöld”) AND (“plantar fasciitis” OR “metatarsalgia” OR “ankle dorsiflexion” OR “contracture” OR “arthrodesis” OR “gait” OR “biomechanics”).

Criterios de elegibilidad y selección

Se incluyeron estudios originales en seres humanos, tales como ensayos clínicos, estudios de cohortes, estudios observacionales, casos clínicos y estudios cadavéricos relevantes, publicados en inglés o español, que evaluaron la eficacia clínica o funcional de técnicas de alargamiento de la musculatura posterior de la pierna. Los estudios seleccionados reportaron resultados relacionados con rango de dorsiflexión, dolor, función articular, complicaciones o satisfacción del paciente. Se excluyeron revisiones sistemáticas o narrativas, cartas al editor, editoriales y abstracts sin texto completo, así como estudios que no estén relacionados con técnicas de alargamiento muscular. Asimismo, se excluyeron aquellos procedimientos realizados exclusivamente en población pediátrica o en pacientes con patologías neuromusculares graves (por ejemplo, parálisis cerebral), salvo que los resultados sean extrapolables al público adulto general.

Dos revisores independientes realizaron la criba de títulos, resúmenes y textos completos según los criterios definidos. Las discrepancias se resolvieron mediante consenso o con la intervención de un tercer revisor.

Extracción y síntesis de datos

Se extrajeron los siguientes datos: autor y año, diseño del estudio, técnica quirúrgica empleada, población incluida, patología tratada, resultados clínicos y funcionales (dorsiflexión, dolor, satisfacción, complicaciones).

Dado el carácter heterogéneo clínico y metodológico de los estudios y la diversidad de técnicas y desenlaces, no se realizó metanálisis y se optó por una síntesis narrativa cualitativa de los hallazgos. Los resultados clave se organizaron en tablas de características y de hallazgos principales.

Evaluación de calidad

La calidad metodológica de los estudios incluidos se evaluó utilizando herramientas adaptadas al diseño de cada investigación. Para los estudios no aleatorizados, se empleó el MINORS (*Methodological Index for Non-Randomized Studies*), mientras que en los estudios observacionales y cadavéricos se aplicaron criterios descriptivos centrados en la validez externa y el riesgo de sesgo.

Resultados

Selección de estudios

La búsqueda sistemática identificó inicialmente 587 registros tras eliminar duplicados. Después de la evaluación por título y resumen, se seleccionaron 42 estudios para revisión a texto completo. Finalmente, 15 estudios (Tabla I) cumplieron con los criterios de inclusión y fueron incluidos en el análisis cualitativo. El proceso de selección se detalla en el diagrama de flujo PRISMA 2020 (Figura 1).

Los estudios incluidos (Tabla II) fueron publicados entre 2016 y 2025, con diseños variados que incluyeron ensayos clínicos, estudios de cohorte, estudios observacionales retrospectivos, estudios cadavéricos y estudios de casos clínicos. La población incluyó pacientes con diagnósticos como fascitis plantar resistente, metatarsalgia, contractura del gastrocnemio, artritis del mediopié y secuelas posruptura del tendón de Aquiles.

La mayoría de los procedimientos evaluados fueron recesiones del gastrocnemio, principalmente en su porción medial o proximal, con algunas variantes como la Z-plastia y técnicas guiadas por ultrasonido.

Efectividad clínica y funcional

Los estudios cadavéricos y clínicos evaluados mostraron un incremento significativo del rango de dorsiflexión tras la recesión del gastrocnemio. En un estudio cadavérico, Manzi y cols.¹⁰ demostraron que la recesión proximal completa proporciona un aumento mayor de la dorsiflexión en comparación con la recesión medial aislada. De manera similar, Greenhagen y cols.¹¹ observaron, tras un seguimiento de dos años, una mejora promedio de 7.4° en la dorsiflexión del tobillo en pacientes sometidos a alargamiento de la musculatura posterior. Por su parte, Slullitel y cols.¹² reportaron que los pacientes con fascitis plantar recalcitrante experimentaron no solo un aumento del rango de dorsiflexión, sino también una mejoría funcional significativa, reflejando los beneficios clínicos de estas intervenciones.

Diversos estudios han reportado una reducción significativa del dolor y una mejora funcional en pacientes con condiciones como metatarsalgia y fascitis plantar. Cortina y cols.⁵ y Morales-Muñoz y cols.¹³ observaron mejoras clínicas relevantes en pacientes con metatarsalgia mecánica tras la recesión del gastrocnemio. De manera similar, Hoefnagels y cols.⁶ y Ficke y cols.¹⁴ documentaron disminución del dolor plantar y aumento de la capacidad funcional en pacientes con fascitis plantar crónica sometidos a este procedimiento. Asimismo, Anselmo y cols.¹⁵ destacaron la recesión del gastrocnemio como una alternativa menos invasiva frente a la artrodesis en casos de artritis del mediopié, subrayando su eficacia y seguridad clínica.

La tasa de complicaciones asociadas a las técnicas de alargamiento de la musculatura posterior de la pierna fue baja en la mayoría de los estudios revisados. Hoh y cols.¹⁶ reportaron únicamente una complicación aislada relacionada con infección tras un procedimiento percutáneo de alargamiento del tendón de Aquiles. En general, los procedimientos descritos fueron bien tolerados, con un riesgo mínimo de lesión nerviosa o déficit funcional, especialmente cuando se emplearon técnicas abiertas controladas, lo que resalta la seguridad de estas intervenciones en manos experimentadas.

Comparación entre técnicas

Algunos estudios recientes han explorado variaciones técnicas en el alargamiento de la musculatura posterior de la pierna. Yu y cols.⁹, en un estudio cadavérico, compararon la Z-plastia simple con la Z-plastia doble opuesta, concluyendo que esta última proporciona una mayor longitud tisular, hallazgo que podría extrapolarse al alargamiento de estructuras como el gastrocnemio. Por su parte,

Tabla I. Características de los estudios incluidos.					
Autor (año)	Diseño del estudio	Técnica evaluada	Población / Muestra	Diagnóstico principal	Seguimiento
Gamba y cols. (2022)	Técnica quirúrgica + descripción	Recesión proximal medial del gastrocnemio	Técnica quirúrgica en adultos	Contractura del gastrocnemio	N/A
Cortina y cols. (2018)	Revisión narrativa	Recesión del gastrocnemio	Adultos con metatarsalgia	Metatarsalgia	Variable
Hoefnagels y cols. (2021)	Estudio clínico prospectivo	Recesión del gastrocnemio	18 pacientes	Fascitis plantar crónica resistente	6 meses
Yu y cols. (2017)	Estudio cadavérico	Z-plastia simple vs. doble	12 muestras cadavéricas	Alargamiento palatino (extrapolación técnica)	N/A
Manzi y cols. (2021)	Estudio cadavérico comparativo	Recesión medial vs. completa proximal	6 cadáveres frescos	Evaluación biomecánica	Inmediato
Ficke y cols. (2018)	Serie de casos retrospectiva	Recesión del gastrocnemio	14 pacientes obesos	Fascitis plantar recalcitrante	12 meses
Holtmann y cols. (2010)	Estudio prospectivo	Recesión del gastrocnemio	42 pacientes	Dolor posterior y restricción funcional	24 meses
Slullitel y cols. (2024)	Estudio prospectivo	Recesión proximal medial del gastrocnemio	25 pacientes	Fascitis plantar crónica	12 meses
Deleu y cols. (2023)	Estudio observacional	Alargamiento tríceps sural en artroplastia	26 pacientes	Artritis de tobillo	6 meses
Iborra y cols. (2024)	Estudio prospectivo	Alargamiento con aguja guiado por USG	30 pacientes	Contractura gastrocnemia	3 meses
Bull y cols. (2025)	Estudio cadavérico	Recesión medial del gastrocnemio	10 cadáveres	Anatomía variable del tendón conjunto	Inmediato
Morales-Muñoz y cols. (2016)	Estudio prospectivo	Recesión proximal	18 pacientes	Metatarsalgia mecánica	12 meses
Anselmo y cols. (2020)	Serie de casos	Recesión del gastrocnemio	6 pacientes	Artritis del mediopié	12 meses
Williamson y cols. (2020)	Estudio cadavérico	Alargamiento tendinoso posterior	5 cadáveres	Secuelas de ruptura de Aquiles	Simulación carga
Hoh y cols. (2017)	Reporte de caso	Alargamiento percutáneo del tendón de Aquiles	1 paciente	Complicación postquirúrgica	3 semanas

USG: ultrasonografía.

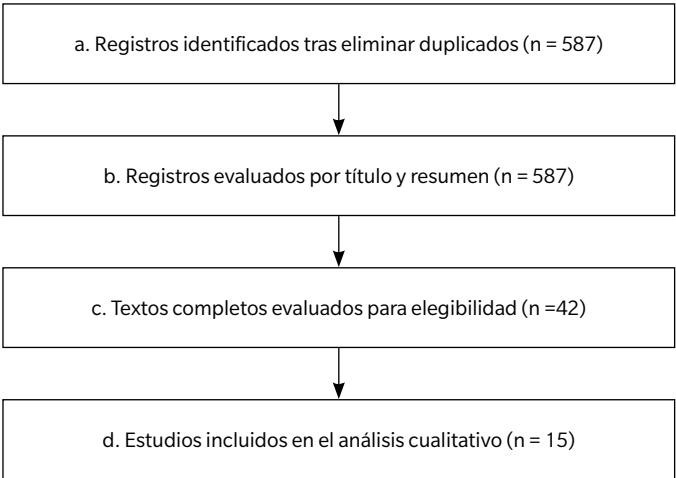


Figura 1. Flujograma PRISMA 2020.

Iborra y cols.¹⁷ propusieron una técnica novedosa de alargamiento mediante aguja guiada por ultrasonido, la cual mostró resultados clínicos prometedores con mínima invasividad, destacando la evolución hacia procedimientos más precisos y menos agresivos.

Impacto biomecánico y funcional

Varios estudios han evaluado los efectos biomecánicos del alargamiento de la musculatura posterior de la pierna. Deleu y cols.¹⁸ demostraron que el alargamiento del tríceps sural durante la artroplastia total de tobillo modifica el trabajo mecánico articular, lo que sugiere beneficios en la distribución de cargas. De manera similar, Williamson y cols.¹⁹, en un estudio cadavérico, observaron que el alargamiento tendinoso posterior genera cambios pasivos significativos en la articulación del tobillo bajo carga simulada, aportando evidencia sobre cómo estas intervenciones pueden influir en la mecánica articular y potencialmente mejorar la función y la tolerancia al esfuerzo.

Tabla II. Resultados principales de los estudios incluidos.

Autor (año)	Rango de dorsiflexión	Dolor / Escala funcional	Complicaciones	Hallazgos clave
Gamba y cols. (2022)	Aumentado (descriptivo)	No evaluado	No reportadas	Técnica segura, anatómicamente reproducible
Cortina y cols. (2018)	Aumentado	Mejora funcional	Baja incidencia	Indicada en metatarsalgia resistente
Hoefnagels y cols. (2021)	+10° dorsiflexión	Disminución del dolor (VAS ↓)	Ninguna significativa	Eficaz en fascitis plantar crónica
Yu y cols. (2017)	N/A	N/A	N/A	Z-plastia doble genera mayor alargamiento
Manzi y cols. (2021)	Completa > medial	N/A	N/A	Mayor dorsiflexión con recesión completa
Ficke y cols. (2018)	+6° promedio	Dolor ↓, satisfacción ↑	Ninguna	Beneficio en pacientes obesos
Holtmann y cols. (2010)	+7.4°	Alta satisfacción a 2 años	Baja tasa de recurrencia	Mejoría sostenida a largo plazo
Slullitel y cols. (2024)	+8.2°	VAS ↓ de 8,2 a 2,1	1 hematoma	Resultados positivos sostenidos
Deleu y cols. (2023)	No reportado directo	Trabajo mecánico ↑ post-quir	No especificado	Mejora biomecánica en artroplastia
Iborra y cols. (2024)	Aumentado	Dolor ↓, movilidad ↑	Ninguna	Técnica mínimamente invasiva eficaz
Bull y cols. (2025)	N/A	N/A	N/A	Variabilidad anatómica importante en planificación
Morales-Muñoz y cols. (2016)	+5–10°	Dolor ↓, función ↑	Baja incidencia	Indicada para metatarsalgia con contractura
Anselmo y cols. (2020)	Mejoría clínica	Reducción del dolor	Ninguna significativa	Alternativa útil a artrodesis
Williamson y cols. (2020)	Cambios pasivos ↑	N/A	N/A	Alteraciones post-alargamiento bajo carga
Hoh y cols. (2017)	N/A	N/A	Infección postquirúrgica	Riesgo de complicación en técnicas percutáneas

N/A: no reportado. VAS: Escala Analógica Visual.

Evaluación de la calidad metodológica

La escala MINORS (Methodological Index for Non-Randomized Studies) (Tabla III) fue aplicada para evaluar la calidad metodológica de los estudios no aleatorizados incluidos en esta revisión. Esta herramienta consiste en 12 ítems para estudios comparativos (máximo 24 puntos) y 8 ítems para estudios no comparativos (máximo 16 puntos). Cada ítem es puntuado de la siguiente forma: 0 = no reportado, 1 = reportado pero inadecuado, 2 = reportado y adecuado.

El riesgo de sesgo (Tabla IV) se valoró cualitativamente en 5 dominios: selección, desempeño, detección, atribución y reporte. Se categorizó como bajo, moderado o alto en cada dominio, considerando el riesgo global como el valor más frecuente o el más grave entre los dominios evaluados.

Según la clasificación del Centro de Medicina Basada en Evidencia de Oxford (2011), los niveles de evidencia de los estudios incluidos fueron los reflejados en la Tabla V.

Discusión

La presente revisión sistemática ha reunido evidencia relevante y actualizada sobre la efectividad de las técnicas de alargamiento de la musculatura posterior, principalmente enfocadas en el gastrocnemio, en diversas condiciones musculoesqueléticas como la fascitis plantar, metatarsalgia, contractura del gastrocnemio y artritis del

tobillo. La diversidad de técnicas quirúrgicas —recesión proximal medial (Vulpius, Strayer), Z-plastia, técnicas percutáneas y alternativas guiadas por imagen— muestra una tendencia creciente hacia intervenciones menos invasivas con resultados clínicos comparables a técnicas tradicionales.

Los estudios incluidos reportaron de forma consistente una mejora en el rango de dorsiflexión del tobillo, con aumentos promedio de entre 5° y 10°, como evidenciaron Hoefnagels y cols.⁶, Slullitel y cols.¹², y Greenhagen y cols.¹¹. Esta ganancia funcional es clínicamente relevante para pacientes con contractura del tríceps sural, contribuyendo directamente a la reducción del dolor y mejora de la función en actividades de la vida diaria.

En condiciones como la fascitis plantar crónica, la recesión del gastrocnemio ha demostrado ser eficaz para reducir el dolor (medido mediante VAS) y aumentar la satisfacción del paciente, como lo mostraron Ficke y cols.¹⁴ y Slullitel y cols.¹². Estos hallazgos refuerzan la hipótesis de que la tensión excesiva en la cadena posterior puede ser un factor biomecánico perpetuador del dolor plantar.

Asimismo, en casos de metatarsalgia mecánica, estudios como el de Morales-Muñoz y cols.¹³ y Cortina y cols.⁵ respaldan el uso de la recesión proximal como estrategia para mejorar la distribución de cargas en el antepié, al facilitar el avance de la tibia sobre el pie durante la marcha. Estas técnicas resultan menos agresivas que procedimientos como la osteotomía o la artrodesis, y preservan la integridad ósea y funcional del paciente.

Tabla III. Resultados de la escala MINORS.			
Autor (Año)	Tipo de estudio	Puntaje MINORS (máx. 16/24)	Calidad metodológica
Gamba y cols. (2022)	Descriptivo técnico	10/16	Moderada
Cortina y cols. (2018)	Revisión narrativa / clínico	No aplica	Baja
Hoefnagels y cols. (2021)	Estudio prospectivo	13/16	Alta
Yu y cols. (2017)	Estudio cadavérico	9/16	Moderada
Manzi y cols. (2021)	Estudio cadavérico	10/16	Moderada
Ficke y cols. (2018)	Estudio retrospectivo	11/16	Moderada
Holtmann y cols. (2010)	Estudio prospectivo	13/16	Alta
Slullitel y cols. (2024)	Estudio retrospectivo	12/16	Alta
Deleu y cols. (2023)	Observacional analítico	12/16	Alta
Iborra y cols. (2024)	Estudio prospectivo	14/16	Alta
Bull y cols. (2025)	Estudio cadavérico	9/16	Moderada
Morales-Muñoz y cols. (2016)	Estudio retrospectivo	11/16	Moderada
Anselmo y cols. (2020)	Serie de casos	10/16	Moderada
Williamson y cols. (2020)	Estudio cadavérico	10/16	Moderada
Hoh y cols. (2017)	Reporte de caso	No aplica	Muy baja

Tabla IV. Evaluación del riesgo de sesgo.						
Estudio	Selección	Desempeño	Detección	Atribución	Reporte	Riesgo global
Hoefnagels y cols. (2021)	Bajo	Bajo	Bajo	Bajo	Bajo	Bajo
Holtmann y cols. (2010)	Bajo	Moderado	Bajo	Moderado	Bajo	Moderado
Ficke y cols. (2018)	Moderado	Moderado	Alto	Moderado	Bajo	Moderado-Alto
Iborra y cols. (2024)	Bajo	Bajo	Bajo	Bajo	Bajo	Bajo
Slullitel y cols. (2024)	Moderado	Moderado	Moderado	Bajo	Bajo	Moderado
Cortina y cols. (2018)	Alto	Alto	Alto	Alto	Alto	Alto
Yu y cols. (2017)	Bajo	Moderado	Moderado	Bajo	Bajo	Moderado
Manzi y cols. (2021)	Bajo	Bajo	Bajo	Bajo	Bajo	Bajo
Deleu y cols. (2023)	Moderado	Bajo	Bajo	Bajo	Bajo	Moderado
Bull y cols. (2025)	Moderado	Moderado	Bajo	Bajo	Bajo	Moderado
Gamba y cols. (2022)	Alto	Alto	Alto	Moderado	Bajo	Alto
Morales-Muñoz y cols. (2016)	Moderado	Moderado	Moderado	Bajo	Bajo	Moderado
Anselmo y cols. (2020)	Moderado	Alto	Alto	Alto	Bajo	Alto
Williamson y cols. (2020)	Moderado	Bajo	Bajo	Bajo	Bajo	Moderado
Hoh y cols. (2017)	Alto	Alto	Alto	Alto	Bajo	Alto

Estudios cadavéricos, como los de Manzi y cols.¹⁰ y Bull y cols.²⁰, aportan valiosa información anatómica y biomecánica. Manzi y cols. demostraron que la recesión completa del gastrocnemio ofrece mayor ganancia de dorsiflexión comparado con la medial, mientras que Bull y cols. destacaron la variabilidad del tendón conjunto, un aspecto crucial en la planificación quirúrgica para evitar iatrogenias.

En cuanto a complicaciones, los estudios reportan una baja tasa de eventos adversos, con algunas excepciones. Hoh y cols.¹⁶ describieron una infección postquirúrgica tras una técnica percutánea, lo que subraya la necesidad de vigilancia en este tipo de abordajes mínimamente invasivos. No obstante, técnicas emergentes como el alargamiento con aguja guiado por ultrasonido¹⁷ demuestran buenos

Tabla V. Niveles de evidencia.		
Estudio	Diseño del estudio	Nivel de evidencia
Hoefnagels y cols. (2021)	Estudio prospectivo	Nivel II
Holtmann y cols. (2010)	Estudio prospectivo	Nivel II
Ficke y cols. (2018)	Estudio retrospectivo	Nivel III
Iborra y cols. (2024)	Estudio prospectivo	Nivel II
Slullitel y cols. (2024)	Estudio retrospectivo	Nivel III
Deleu y cols. (2023)	Observacional analítico	Nivel III
Morales-Muñoz y cols. (2016)	Estudio retrospectivo	Nivel III
Yu y cols. (2017)	Estudio cadavérico	Nivel IV
Manzi y cols. (2021)	Estudio cadavérico	Nivel IV
Bull y cols. (2025)	Estudio cadavérico	Nivel IV
Gamba y cols. (2022)	Técnica quirúrgica	Nivel V
Anselmo y cols. (2020)	Serie de casos	Nivel IV
Williamson y cols. (2020)	Estudio cadavérico	Nivel IV
Hoh y cols. (2017)	Reporte de caso	Nivel V
Cortina y cols. (2018)	Revisión narrativa	Nivel V

resultados sin complicaciones, posicionándose como una alternativa prometedora en contextos ambulatorios o con contraindicaciones para cirugía convencional.

Desde un punto de vista funcional, la inclusión del alargamiento del tríceps sural en procedimientos como la artroplastia de tobillo¹⁴ ha demostrado mejorar el trabajo mecánico articular, lo cual puede tener implicaciones en la durabilidad del implante y el resultado funcional postoperatorio.

En conjunto, los hallazgos de esta revisión respaldan el uso del alargamiento de la musculatura posterior como una intervención efectiva, segura y adaptable a múltiples contextos clínicos. La elección de la técnica debe basarse en la experiencia quirúrgica, el diagnóstico primario, las características anatómicas del paciente y las preferencias personales. Se identifica, sin embargo, la necesidad de ensayos clínicos controlados aleatorizados con mayor rigor metodológico y seguimiento a largo plazo para fortalecer la evidencia y establecer recomendaciones clínicas más sólidas.

Esta revisión presenta varias limitaciones que deben considerarse al interpretar los resultados. La heterogeneidad de los estudios incluidos en cuanto a diseño, población, técnicas quirúrgicas y desenlaces impidió realizar un metaanálisis, restringiendo la síntesis a un análisis narrativo. Además, varios estudios contaron con tamaños muestrales pequeños, seguimiento corto o resultados clínicos no estandarizados, lo que limita la generalización y comparabilidad de los hallazgos. La inclusión de estudios cadavéricos permite únicamente inferencias anatómicas o biomecánicas, dificultando la extrapolación a la práctica clínica real. Asimismo, la calidad metodológica de los estudios fue variable, con riesgo de sesgo en selección, desempeño y detección, y varios estudios presentaron niveles de evidencia bajos (niveles IV–V). La restricción de la búsqueda a artículos en inglés y español y la posible omisión de estudios con resultados negativos pueden haber introducido sesgo de

publicación. En conjunto, estas limitaciones sugieren que, aunque los resultados disponibles indican eficacia y seguridad de las técnicas de alargamiento del gastrocnemio, se requiere evidencia más firme, con diseños prospectivos, tamaños muestrales mayores y seguimiento prolongado, para confirmar estos hallazgos.

Conclusión

Las técnicas de alargamiento de la musculatura posterior de la pierna, en particular la recesión del gastrocnemio, demuestran eficacia en la mejora del rango de dorsiflexión del tobillo, reducción del dolor y mejoría funcional en pacientes con fascitis plantar crónica, metatarsalgia mecánica, contractura del gastrocnemio y artritis del tobillo, con alta satisfacción postquirúrgica y un perfil de seguridad aceptable. Las técnicas mínimamente invasivas, como las guiadas por ultrasonido, resultan prometedoras al ofrecer eficacia con baja morbilidad, aunque la elección del procedimiento debe individualizarse según la anatomía, la patología de base del paciente y la experiencia del cirujano. No obstante, la evidencia disponible se limita principalmente a estudios observacionales, series de casos y estudios cadavéricos, por lo que se requieren ensayos clínicos aleatorizados, con mayor tamaño muestral y seguimiento a largo plazo, para establecer recomendaciones clínicas sólidas y basadas en evidencia.

Conflictos de intereses

Ninguno.

Fuentes de financiación

Ninguna.

Contribución de los autores

Concepción y diseño del estudio: MAS, ARM. Recogida de datos: RRM. Análisis e interpretación de los resultados: RRM, AMRP. Creación, redacción y preparación del boceto: MAS. Revisión final: AMRP.

Bibliografía

1. Greenhagen RM, Johnson AR, Bevilacqua NJ. Gastrocnemius recession or tendo-Achilles lengthening for equinus deformity in the diabetic foot? Clin Podiatr Med Surg. 2012;29(3):413-24. DOI:10.1016/j.cpm.2012.04.005.
2. Kay RM, Rethlefsen SA, Ryan JA, Wren TA. Outcome of gastrocnemius recession and tendo-Achilles lengthening in ambulatory children with cerebral palsy. J Pediatr Orthop B. 2004;13(2):92-8. DOI:10.1097/00009957-200403000-00006.
3. Fry NR, Gough M, McNee AE, Shortland AP. Changes in the volume and length of the medial gastrocnemius after surgical recession in children with spastic diplegic cerebral palsy. J Pediatr Orthop. 2007;27(7):769-74. DOI:10.1097/BPO.0b013e3181558943.
4. Jahn J, Vasavada AN, McMulkin ML. Calf muscle-tendon lengths before and after tendo-Achilles lengthenings and gastrocnemius lengthenings for equinus in cerebral palsy and idiopathic toe walking. Gait Posture. 2009;29(4):612-7. DOI:10.1016/j.gaitpost.2009.01.001.
5. Cortina RE, Morris BL, Vopat BG. Gastrocnemius recession for metatarsalgia. Foot Ankle Clin. 2018;23(1):57-68. DOI:10.1016/j.fcl.2017.09.006.
6. Hoefnagels EM, Weerheijm L, Witteveen AG, Louwerens JK, Keijsers N. The effect of lengthening the gastrocnemius muscle in chronic therapy resistant plantar fasciitis. Foot Ankle Surg. 2021;27(5):543-9. DOI:10.1016/j.fas.2020.07.003.
7. Pinney SJ, Hansen ST Jr, Sangeorzan BJ. The effect on ankle dorsiflexion of gastrocnemius recession. Foot Ankle Int. 2002;23(1):26-9. DOI:10.1177/107110070202300105.

8. Gamba C, Álvarez Gomez C, Martínez Zaragoza J, Leal Alexandre C, Bianco Adames D, Ginés-Cespedosa A. Proximal medial gastrocnemius release: Surgical technique. *JBJS Essent Surg Tech*. 2022;12(1):e20.00039. DOI:10.2106/JBJS.ST.20.00039.
9. Yu JL, Nguyen DC, Chaiyasate K, Gangopadhyay N, Sachanandani N, Woo AS. Single Z-plasty versus double-opposing Z-plasty: A cadaveric study of palatal lengthening. *J Craniofac Surg*. 2017;28(2):343-6. DOI:10.1097/SCS.00000000000003273.
10. Manzi G, Bernasconi A, Lopez J, Brilhault J. Ankle dorsiflexion after isolated medial versus complete proximal gastrocnemius recession: A cadaveric study. *Foot (Edinb)*. 2021;49:101842. DOI:10.1016/j.foot.2021.101842.
11. 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(6):471-3. DOI:10.1016/j.fas.2017.05.008.
12. Greenhagen RM, Johnson AR, Peterson MC, Rogers LC, Bevilacqua NJ. Gastrocnemius recession as an alternative to tendo-Achillis lengthening for relief of forefoot pressure in a patient with peripheral neuropathy: A case report and description of a technical modification. *J Foot Ankle Surg*. 2010;49(2):159.e9-13. DOI:10.1053/j.jfas.2009.07.002.
13. Slullitel GA, Martinez de Albornoz P, Oller Boix A, Rey Cañas R, Vazquez Vidosa J, Monteagudo de la Rosa M. Proximal medial gastrocnemius recession for recalcitrant plantar fasciitis. *Foot Ankle Int*. 2024;45(8):833-8. DOI:10.1177/10711007241242792.
14. Deleu PA, Naaim A, Chèze L, Dumas R, Devos Bevernage B, Birch I, et al. Concomitant triceps surae lengthening in total ankle arthroplasty affects the mechanical work at the ankle joint. *Foot Ankle Int*. 2023;44(8):754-62. DOI:10.1177/10711007231176819.
15. Iborra A, Villanueva M, Fahandezh-Saddi Díaz H. Needle based gastrocnemius lengthening: A novel ultrasound guided noninvasive technique: part II-clinical results. *J Orthop Surg Res*. 2024;19(1):203. DOI:10.1186/s13018-024-04685-0.
16. Bull PE, Thompson MJ, McGann M, Mendez G, Berlet GC, Olaniyan A. The medial gastrocnemius recession, an alternative surgical treatment for isolated gastrocnemius contracture: A cadaver study with discussion emphasizing variable conjoint tendon anatomy. *Foot Ankle Spec*. 2025;18(2):185-92. DOI:10.1177/19386400221133410.
17. Morales-Muñoz P, de Los Santos Real R, Barrio Sanz P, Pérez JL, Varas Navas J, Escalera Alonso J. Proximal gastrocnemius release in the treatment of mechanical metatarsalgia. *Foot Ankle Int*. 2016;37(7):782-9. DOI:10.1177/1071100716640612.
18. Anselmo DS, Thatcher L, Erfle D. Gastrocnemius recession as an alternative to midfoot arthrodesis for painful midfoot arthritis. *J Foot Ankle Surg*. 2020;59(5):1106-8. DOI:10.1053/j.jfas.2019.08.036.
19. Williamson PM, Pennings JP, Harlow E, Hanna P, Lechtig A, Okajima S, et al. Tendon lengthening after Achilles tendon rupture—Passive effects on the ankle joint in a cadaveric pilot study simulating weight bearing. *Injury*. 2020;51(2):532-6. DOI:10.1016/j.injury.2019.10.02.
20. Hoh TK, Hung RW, Steinberg JS, Raspovic KM. A wound complication after percutaneous Achilles tendon lengthening requiring surgical excision: A case report. *J Foot Ankle Surg*. 2017;56(3):680-2. DOI:10.1053/j.jfas.2017.01.040.



REVIEW

Bilingual article English/Spanish

Rev Esp Podol. 2025;xx(x):xx-xx

DOI: <http://dx.doi.org/10.20986/revesppod.2025.1747/2025>

Clinical and functional effectiveness of posterior leg muscle lengthening: a systematic review

Efectividad clínica y funcional del alargamiento de la musculatura posterior de la pierna: revisión sistemática

Rafael Rayo Martín¹, Marta Andrade Sánchez², Alberto Rayo Martín³ and Ana M.^a Rayo Pérez¹

¹Universidad de Sevilla. España. ²Práctica privada. Sevilla, España. ³Clínica Rayo. Arahál, Sevilla, España

Keywords:

Achilles tendon, soleus, gastrocnemius, surgical treatment, effectiveness, systematic review.

Abstract

Introduction: Posterior muscle lengthening is a surgical intervention used to treat equinus and various conditions related to limited ankle function. The objective of this article is to evaluate the effectiveness and safety of different posterior muscle lengthening techniques (including Vulpius, Baumann, Strayer, Hoke, Z-plasty, Baker, Barouk, and Silfverskiöld) through a literature review.

Material and methods: A systematic review of scientific articles published up to 2024 was conducted, selecting those that evaluated the clinical, functional, and surgical outcomes of posterior leg muscle lengthening techniques. Experimental and clinical studies, as well as reviews that provided quantitative data, were included. In all cases, methodological quality and risk of bias were assessed using tools adapted to the design of each study.

Results: Most studies reported significant improvement in ankle dorsiflexion and pain reduction following muscle lengthening, with a low complication rate. Proximal medial gastrocnemius recession showed comparable effectiveness and lower morbidity than Achilles tendon lengthening.

Conclusion: Posterior muscle lengthening is an effective intervention for treating equinus and related conditions, with technical variations allowing the procedure to be tailored to the patient's etiology and clinical profile. Gastrocnemius recession appears to be a safe alternative with good functional outcomes, particularly in populations at higher risk for complications.

Palabras clave:

Tendón de Aquiles, gastrocnemios, soleo, tratamiento quirúrgico, efectividad, revisión sistemática.

Resumen

Introducción: El alargamiento de la musculatura posterior es una intervención quirúrgica empleada para tratar el equinismo y diversas patologías relacionadas con la limitación funcional del tobillo. El objetivo de este artículo es evaluar la efectividad y seguridad de las diferentes técnicas de alargamiento de la musculatura posterior (incluyendo Vulpius, Baumann, Strayer, Hoke, Z-plastia, Baker, Barouk, Silfverskiöld) a través de una revisión bibliográfica.

Material y métodos: Se realizó una revisión sistemática de artículos científicos publicados hasta el año 2024, seleccionando aquellos que evaluaran los resultados clínicos, funcionales y quirúrgicos de las técnicas de alargamiento de la musculatura posterior de la pierna. Se incluyeron estudios experimentales, clínicos y revisiones que aportaran datos cuantitativos. En todos los casos se evaluó la calidad metodológica y el riesgo de sesgo mediante herramientas adaptadas al tipo de diseño de cada estudio.

Resultados: La mayoría de los estudios reportaron una mejora significativa en la dorsiflexión del tobillo y reducción del dolor tras el alargamiento muscular, con una baja tasa de complicaciones. La recesión proximal medial del gastrocnemio mostró efectividad comparable y menor morbilidad respecto al alargamiento del tendón de Aquiles.

Conclusión: El alargamiento de la musculatura posterior es una intervención efectiva para el tratamiento del equinismo y patologías asociadas, con variaciones técnicas que permiten adaptar el procedimiento según la etiología y características del paciente. La recesión del gastrocnemio se presenta como una alternativa segura con buenos resultados funcionales, especialmente en poblaciones con riesgo aumentado de complicaciones.

Received: 23-07-2025

Accepted: 05-10-2025



0210-1238 © Los autores. 2025.
Editorial: INSPIRA NETWORK GROUP S.L.
Este es un artículo Open Access bajo la licencia CC Reconocimiento 4.0 Internacional
(www.creativecommons.org/licenses/by/4.0/).

Corresponding author:

Alberto Rayo Martín
clinicarayo@gmail.com

Introduction

Lengthening of the posterior leg musculature, particularly the gastrocnemius and Achilles tendon, is a commonly performed surgical procedure used to treat various orthopedic conditions associated with equinus deformity and functional limitation of the ankle. These techniques, which include gastrocnemius recession and Achilles tendon lengthening, have become essential procedures to improve ankle dorsiflexion, relieve associated pain, and correct deformities that affect gait and quality of life¹.

Equinus deformity, characterized by a restrictive contracture of the triceps surae that limits ankle dorsiflexion, may result from multiple causes such as neurological disorders, metabolic diseases, or biomechanical alterations². In conditions like cerebral palsy, gastrocnemius contracture has been identified as a common cause of gait abnormalities leading to significant functional limitations. Several studies have demonstrated that both gastrocnemius recession and Achilles tendon lengthening can improve muscle length and function, resulting in a significant increase in ankle range of motion and enhanced limb function^{4,5}.

In diabetic patients with equinus deformity, the choice between gastrocnemius recession and Achilles tendon lengthening has particular clinical relevance. Greenhagen et al.¹ emphasized that gastrocnemius recession may provide substantial benefits in terms of forefoot pressure relief, with a lower risk of complications compared with Achilles tendon lengthening. This is especially important in the diabetic population, in whom wound healing and tissue integrity may be compromised. Moreover, a case report by the same authors^{1,2-4} described a technical modification for performing proximal gastrocnemius recession as a safe and effective alternative for forefoot pressure reduction, underscoring the importance of appropriate surgical technique to optimize clinical outcomes.

In clinical practice, gastrocnemius recession has also been used to treat conditions such as metatarsalgia and chronic plantar fasciitis. Cortina et al.⁵ reviewed the efficacy of gastrocnemius recession in patients with metatarsalgia, reporting significant improvements in pain relief and function by reducing forefoot tension. Similarly, Hoefnagels et al.⁶ evaluated the effectiveness of gastrocnemius lengthening in patients with plantar fasciitis resistant to conservative therapy, showing increased dorsiflexion and reduced pain symptoms, supporting the use of this surgical intervention in selected cases.

From an anatomical and technical perspective, proximal medial gastrocnemius recession has been described as a technique that preserves muscle function and minimizes tissue damage, facilitating faster recovery and fewer postoperative complications⁷. This procedure involves selective release of the medial belly of the gastrocnemius proximally in the knee joint, achieving increased functional muscle length without compromising Achilles tendon stability, thereby improving dorsiflexion without weakening the involved musculature.

Of note, the choice between gastrocnemius recession and Achilles tendon lengthening should be individualized and based on a detailed clinical evaluation that includes precise identification of muscle contracture and its functional impact. Isolated gastrocnemius limitation can be addressed through recession, while more global involvement of the triceps surae (soleus and gastrocnemius) may require tendon lengthening⁸⁻¹⁰. In addition, factors such as age,

etiology of contracture, and comorbidities must be considered to optimize surgical outcomes and minimize complications.

The present study focuses on the following clinical question: in adult patients with contracture or limitation of the posterior leg musculature, what is the clinical and functional effectiveness of gastrocnemius lengthening techniques compared with other interventions or baseline condition before intervention? This review aims to evaluate outcomes in terms of ankle dorsiflexion, pain relief, joint function, patient satisfaction, and postoperative complications, to provide evidence guiding the selection of the most appropriate surgical procedure for managing these musculoskeletal conditions.

Material and methods

We conducted a systematic review following the PRISMA 2020 guidelines to synthesize and critically analyze the available scientific evidence on the effectiveness of posterior leg muscle-lengthening techniques, particularly gastrocnemius recession, in various clinical conditions. The review was registered in PROSPERO under reference CRD420251151880.

For the present study a PICO question was formulated based in the following items:

- **P (Population):** adult patients with limited ankle dorsiflexion, pain, or dysfunction related to posterior leg muscle contracture (gastrocnemius) or associated conditions such as plantar fasciitis, metatarsalgia, or gait abnormalities.
- **I (Intervention):** surgical techniques for gastrocnemius lengthening (e.g., Vulpius, Strayer, Baumann, Hoke, Z-plasty, Baker, Barouk, Silfverskiöld).
- **C (Comparison):** non-surgical interventions, alternative surgical techniques, or baseline preoperative condition (when no control group was available).
- **O (Outcome):** clinical and functional improvement measured by range of dorsiflexion, pain reduction, functional improvement, patient satisfaction, and complications.

Information sources and search strategy

The literature search was conducted in the following electronic databases: PubMed/Medline, Scopus, ScienceDirect, and the Cochrane Library.

The search period covered January 2015 to April 2025. Keywords and Boolean operators included: ("gastrocnemius recession" OR "posterior muscle lengthening" OR "Vulpius" OR "Strayer" OR "Baumann" OR "Hoke" OR "Z-plasty" OR "Baker" OR "Barouk" OR "Silfverskiöld") AND ("plantar fasciitis" OR "metatarsalgia" OR "ankle dorsiflexion" OR "contracture" OR "arthrodesis" OR "gait" OR "biomechanics").

Eligibility criteria and selection

Original human studies were included—clinical trials, cohort studies, observational studies, case reports, and relevant cadaveric studies—published in English or Spanish, evaluating the clinical or functional efficacy of posterior leg muscle-lengthening techniques. Studies were required to report outcomes such as dorsiflexion range,

pain, joint function, complications, or patient satisfaction. Systematic or narrative reviews, letters to the editor, editorials, abstracts without full text, and studies unrelated to muscle-lengthening techniques were excluded. Procedures performed exclusively in pediatric or severely neuromuscular populations (e.g., cerebral palsy) were also excluded unless results were generalizable to the adult population.

Two independent reviewers screened titles, abstracts, and full texts according to defined criteria. Discrepancies were resolved by consensus or a third reviewer.

Data extraction and synthesis

Extracted data included: author and year, study design, surgical technique, patient population, treated disease, and clinical and functional outcomes (dorsiflexion, pain, satisfaction, complications).

Given the clinical and methodological heterogeneity of studies, techniques, and outcomes, a qualitative narrative synthesis was performed and meta-analysis was not conducted. Key findings were summarized in tables of characteristics and main results.

Quality assessment

Methodological quality was assessed using tools appropriate to study design. For non-randomized studies, the MINORS (Methodological Index for Non-Randomized Studies) was used. For observational and cadaveric studies, descriptive criteria focused on external validity and risk of bias were applied.

Results

Study selection

The search initially identified a total of 587 records after duplicate removal. After screening titles and abstracts, 42 full-text articles were reviewed. Finally, 15 studies (Table I) met inclusion criteria and were included in the qualitative synthesis. The selection process is shown in the PRISMA 2020 flow diagram (Figure 1).

The included studies (Table II) were published between 2016 and 2025, encompassing clinical trials, cohort studies, retrospective observational studies, cadaveric studies, and case reports. Populations included patients with conditions such as recalcitrant plantar fasciitis, metatarsalgia, gastrocnemius contracture, midfoot arthritis, and post-Achilles tendon rupture sequelae.

Most procedures were gastrocnemius recessions—mainly medial or proximal—along with variants such as Z-plasty and ultrasound-guided techniques.

Clinical and functional effectiveness

Both cadaveric and clinical studies showed significant improvement in dorsiflexion following gastrocnemius recession. In a cadaveric study, Manzi et al.¹⁰ demonstrated that complete proximal recession provided greater dorsiflexion than isolated medial recession. Similarly, Greenhagen et al.¹¹ observed, after 2 years of follow-up, an average

increase of 7.4° in ankle dorsiflexion in patients undergoing posterior muscle lengthening. Slullitel et al.¹² reported that patients with recalcitrant plantar fasciitis not only achieved increased dorsiflexion but also experienced significant functional improvement, highlighting the clinical benefit of these procedures.

Several studies reported significant pain reduction and functional improvement in patients with metatarsalgia and plantar fasciitis. Cortina et al.⁵ and Morales-Muñoz et al.¹³ observed substantial clinical improvement in mechanical metatarsalgia after gastrocnemius recession. Similarly, Hoefnagels et al.⁶ and Ficke et al.¹⁴ documented pain reduction and enhanced functional capacity in chronic plantar fasciitis. Anselmo et al.¹⁵ identified gastrocnemius recession as a less invasive alternative to arthrodesis in midfoot arthritis, emphasizing its safety and efficacy profile.

Complication rates were low across most studies. Hoh et al.¹⁶ reported only a single postoperative infection following percutaneous Achilles tendon lengthening. Overall, procedures were well tolerated, with minimal risk of nerve injury or functional deficit—particularly when open controlled techniques were used—highlighting the safety of these procedures in experienced hands.

Comparison of techniques

Recent studies have explored technical variations in posterior muscle lengthening. Yu et al.⁹, in a cadaveric study, compared single versus double-opposing Z-plasty, concluding that the latter produced greater tissue elongation—potentially applicable to gastrocnemius lengthening. Iborra et al.¹⁷ proposed an innovative ultrasound-guided needle lengthening technique, showing promising clinical results with minimal invasiveness.

Biomechanical and functional impact

Several studies assessed the biomechanical effects of posterior muscle lengthening. Deleu et al.¹⁸ demonstrated that triceps surae lengthening during total ankle arthroplasty modifies joint mechanical workload, suggesting improved load distribution. Similarly, Williamson et al.¹⁹, in a cadaveric study, observed that posterior tendon lengthening produced significant passive changes in ankle joint motion under simulated load, supporting its potential to improve joint mechanics and functional tolerance.

Methodological Quality Assessment

The MINORS scale (Table III) was applied to assess methodological quality in non-randomized studies. It includes 12 items for comparative studies (maximum 24 points) and 8 for non-comparative studies (maximum 16 points), scored as: 0 = not reported, 1 = reported but inadequate, 2 = reported and adequate.

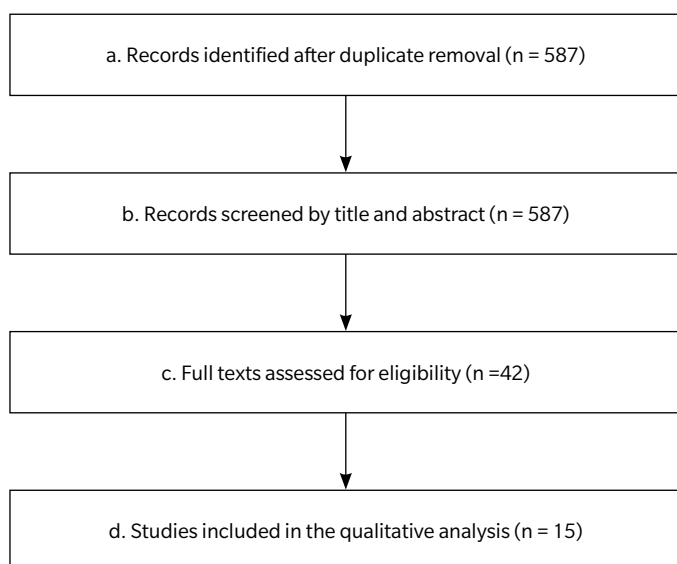
Risk of bias (Table IV) was evaluated qualitatively across 5 domains—selection, performance, detection, attrition, and reporting—and categorized as low, moderate, or high.

According to the Oxford Centre for Evidence-Based Medicine (2011) classification, evidence levels of the included studies are presented in Table V.

Table 1. Characteristics of the included studies.

Author (year)	Design of study	Technique evaluated	Population / Sample	Primary diagnosis	Follow-up
Gamba et al. (2022)	Surgical technique + description	Proximal medial recession of gastrocnemius	Surgical technique in adults	Contracture of gastrocnemius	N/A
Cortina et al. (2018)	Narrative review	Recession of gastrocnemius	Adults with metatarsalgia	Metatarsalgia	Variable
Hoefnagels et al. (2021)	Prospective clinical study	Recession of gastrocnemius	18 patients	Refractory chronic plantar fasciitis	6 months
Yu et al. (2017)	Cadaveric study	Single vs double Z-plasty	12 cadaveric specimens	Palatal lengthening (technical extrapolation)	N/A
Manzi et al. (2021)	Comparative cadaveric study	Medial vs. complete proximal recession	6 fresh cadavers	Biomechanical evaluation	Immediate
Ficke et al. (2018)	Retrospective case series	Recession of gastrocnemius	14 obese patients	Recalcitrant plantar fasciitis	12 months
Holtmann et al. (2010)	Prospective study	Recession of gastrocnemius	42 patients	Posterior pain and functional restriction	24 months
Slullitel et al. (2024)	Prospective study	Proximal medial recession of gastrocnemius	25 patients	Chronic plantar fasciitis	12 months
Deleu et al. (2023)	Observational study	Triceps surae lengthening in arthroplasty	26 patients	Arthritis of ankle	6 months
Iborra et al. (2024)	Prospective study	Needle lengthening procedure guided by USG	30 patients	Gastrocnemius contracture	3 months
Bull et al. (2025)	Cadaveric study	Medial recession of gastrocnemius	10 cadavers	Variable anatomy of conjoined tendon	Immediate
Morales-Muñoz et al. (2016)	Prospective study	Proximal recession	18 patients	Mechanical metatarsalgia	12 months
Anselmo et al. (2020)	Case series	Recession of gastrocnemius	6 patients	Arthritis of midfoot	12 months
Williamson et al. (2020)	Cadaveric study	Posterior tendon lengthening	5 cadavers	Sequelae of Achilles tendon rupture	Load simulation
Hoh et al. (2017)	Case report	Percutaneous lengthening of the Achilles tendon	1 patient	Postsurgical complication	3 weeks

N/A: non reported. USG: ultrasonography.

**Figure 1.** PRISMA 2020 flowchart.

Discussion

This systematic review compiles current evidence on the effectiveness of posterior muscle-lengthening techniques, mainly focused on the gastrocnemius, in musculoskeletal conditions such as plantar fasciitis, metatarsalgia, gastrocnemius contracture, and ankle arthritis. The diversity of surgical techniques—proximal medial recession (Vulpis, Strayer), Z-plasty, percutaneous and image-guided approaches—reflects a trend toward less invasive interventions with comparable outcomes to traditional methods.

Studies consistently reported improvements in ankle dorsiflexion, with mean increases of 5°–10°, as shown by Hoefnagels et al.⁶, Slullitel et al.¹², and Greenhagen et al.¹¹. This functional gain is clinically significant, contributing to pain reduction and improved mobility in activities of daily living.

In chronic plantar fasciitis, gastrocnemius recession effectively reduces pain (as measured by VAS) and improves patient satisfaction, as demonstrated by Ficke et al.¹⁴ and Slullitel et al.¹². These findings support the hypothesis that excessive tension in the posterior chain may be a biomechanical factor perpetuating plantar pain.

Table II. Main results of the included studies				
Author (year)	Dorsiflexion range	Pain / Functional scale	Complications	Key findings
Gamba et al. (2022)	Increased (descriptive)	Not evaluated	Not reported	Safe technique, anatomically reproducible
Cortina et al. (2018)	Increased	Functional improvement	Low incidence rate	Indicated in refractory metatarsalgia
Hoefnagels et al. (2021)	+10° dorsiflexion	Reduction of pain (VAS ↓)	None significant	Effective in chronic plantar fasciitis
Yu et al. (2017)	N/A	N/A	N/A	Double Z-plasty produces greater lengthening
Manzi et al. (2021)	Complete > medial	N/A	N/A	Greater dorsiflexion with complete recession
Ficke et al. (2018)	+6° average	Pain ↓, satisfaction ↑	None	Benefit in obese patients
Holtmann et al. (2010)	+7.4°	High satisfaction at 2 years	Low rate of recurrence	Sustained improvement in long term
Slullitel et al. (2024)	+8.2°	VAS ↓ from 8.2 to 2.1	1 hematoma	Sustained positive results
Deleu et al. (2023)	Not directly reported	Mechanical work ↑ post-op	Not specified	Biomechanical improvement in arthroplasty
Iborra et al. (2024)	Increased	Pain ↓, mobility ↑	None	Minimally invasive effective technique
Bull et al. (2025)	N/A	N/A	N/A	Important anatomical variability in planning
Morales-Muñoz et al. (2016)	+5–10°	Pain ↓, function ↑	Low incidence	Indicated for metatarsalgia with contracture
Anselmo et al. (2020)	Clinical improvement	Reduction of pain	None significant	Useful alternative to arthrodesis
Williamson et al. (2020)	Passive changes ↑	N/A	N/A	Post-lengthening changes under load
Hoh et al. (2017)	N/A	N/A	Postsurgical infection	Risk of complication in percutaneous techniques

N/A: non reported. VAS: Visual Analog Scale.

Cadaveric studies, such as those by Manzi et al.¹⁰ and Bull et al.²⁰, provide valuable anatomical and biomechanical insights. Manzi et al. demonstrated that complete gastrocnemius recession yields greater dorsiflexion gain compared with medial recession, whereas Bull et al. highlighted the variability of the conjoint tendon—an essential consideration in surgical planning to prevent iatrogenic injury.

Regarding complications, studies report a low rate of adverse events, with a few exceptions. Hoh et al.¹⁶ described a postoperative infection following a percutaneous technique, underscoring the need for vigilance with minimally invasive approaches. Nevertheless, emerging techniques such as ultrasound-guided needle lengthening¹⁷ have shown favorable outcomes without complications, making them a promising alternative in outpatient settings or in patients with contraindications to conventional surgery.

From a functional perspective, incorporating triceps surae lengthening in procedures such as ankle arthroplasty¹⁴ has been shown to improve joint mechanical performance, which may have implications for implant longevity and postoperative functional outcomes.

Overall, the findings of this review support the use of posterior muscle lengthening as an effective, safe, and adaptable intervention across diverse clinical contexts. The choice of technique should be based on surgical experience, primary diagnosis, patient anatomy, and individual preferences. However, there remains a need for randomized controlled trials with stronger methodological rigor and long-term follow-up to strengthen the evidence base and establish more robust clinical recommendations.

This review has several limitations that should be considered when interpreting the results. The heterogeneity among the included studies regarding design, population, surgical techniques, and outcomes precluded the performance of a meta-analysis, restricting the synthesis to a narrative analysis. In addition, several studies had small sample sizes, short follow-up periods, or nonstandardized clinical outcomes, limiting the generalizability and comparability of the findings. The inclusion of cadaveric studies allows only anatomical or biomechanical inferences, making extrapolation to real clinical practice difficult. Similarly, the methodological quality of the studies was variable, with risks of selection, performance, and detection bias, and several studies presented low levels of evidence (levels IV–V). The restriction of the search to articles in English and Spanish and the potential omission of studies with negative results may have introduced publication bias. Taken together, these limitations suggest that although the available evidence indicates the efficacy and safety of gastrocnemius lengthening techniques, more robust data from prospective studies with larger sample sizes and longer follow-up are needed to confirm these findings.

Conclusions

Posterior leg muscle-lengthening techniques, particularly gastrocnemius recession, are effective in improving ankle dorsiflexion, reducing pain, and enhancing function in patients with chronic

Table III. Results of the MINORS scale.

Author (Year)	Type of study	MINORS score (max. 16/24)	Methodological quality
Gamba et al. (2022)	Technical descriptive	10/16	Moderate
Cortina et al. (2018)	Narrative review / clinical	Not applicable	Low
Hoefnagels et al. (2021)	Prospective study	13/16	High
Yu et al. (2017)	Cadaveric study	9/16	Moderate
Manzi et al. (2021)	Cadaveric study	10/16	Moderate
Ficke et al. (2018)	Retrospective study	11/16	Moderate
Holtmann et al. (2010)	Prospective study	13/16	High
Slullitel et al. (2024)	Retrospective study	12/16	High
Deleu et al. (2023)	Analytical observational	12/16	High
Iborra et al. (2024)	Prospective study	14/16	High
Bull et al. (2025)	Cadaveric study	9/16	Moderate
Morales-Muñoz et al. (2016)	Retrospective study	11/16	Moderate
Anselmo et al. (2020)	Case series	10/16	Moderate
Williamson et al. (2020)	Cadaveric study	10/16	Moderate
Hoh et al. (2017)	Case report	Not applicable	Very low

Table IV. Assessment of risk of bias.

Study	Selection	Performance	Detection	Attrition	Reporting	Overall risk
Hoefnagels et al. (2021)	Low	Low	Low	Low	Low	Low
Holtmann et al. (2010)	Low	Moderate	Low	Moderate	Low	Moderate
Ficke et al. (2018)	Moderate	Moderate	High	Moderate	Low	Moderate-High
Iborra et al. (2024)	Low	Low	Low	Low	Low	Low
Slullitel et al. (2024)	Moderate	Moderate	Moderate	Low	Low	Moderate
Cortina et al. (2018)	High	High	High	High	High	High
Yu et al. (2017)	Low	Moderate	Moderate	Low	Low	Moderate
Manzi et al. (2021)	Low	Low	Low	Low	Low	Low
Deleu et al. (2023)	Moderate	Low	Low	Low	Low	Moderate
Bull et al. (2025)	Moderate	Moderate	Low	Low	Low	Moderate
Gamba et al. (2022)	High	High	High	Moderate	Low	High
Morales-Muñoz et al. (2016)	Moderate	Moderate	Moderate	Low	Low	Moderate
Anselmo et al. (2020)	Moderate	High	High	High	Low	High
Williamson et al. (2020)	Moderate	Low	Low	Low	Low	Moderate
Hoh et al. (2017)	High	High	High	High	Low	High

Table V. Levels of evidence.

Study	Design of study	Level of evidence
Hoefnagels et al. (2021)	Prospective study	Level II
Holtmann et al. (2010)	Prospective study	Level II
Ficke et al. (2018)	Retrospective study	Level III
Iborra et al. (2024)	Prospective study	Level II
Slullitel et al. (2024)	Retrospective study	Level III
Deleu et al. (2023)	Analytical observational	Level III
Morales-Muñoz et al. (2016)	Retrospective study	Level III
Yu et al. (2017)	Cadaveric study	Level IV
Manzi et al. (2021)	Cadaveric study	Level IV
Bull et al. (2025)	Cadaveric study	Level IV
Gamba et al. (2022)	Surgical technique	Level V
Anselmo et al. (2020)	Case series	Level IV
Williamson et al. (2020)	Cadaveric study	Level IV
Hoh et al. (2017)	Case report	Level V
Cortina et al. (2018)	Narrative review	Level V

plantar fasciitis, mechanical metatarsalgia, gastrocnemius contracture, and ankle arthritis. These techniques show high postoperative satisfaction and an acceptable safety profile. Minimally invasive and ultrasound-guided techniques appear promising, providing efficacy with low morbidity. However, procedure selection must be individualized based on anatomy, underlying pathology, and surgeon experience. The current evidence, mostly observational and cadaveric, underscores the need for randomized controlled trials with larger samples and long-term follow-up to establish strong, evidence-based clinical recommendations.

Conflicts of interest

None declared.

Funding

None declared.

Contributions of the authors

Study conception and design: MAS, ARM. Data collection: RRM. Analysis and interpretation: RRM, AMRP. Manuscript drafting and preparation: MAS. Final review: AMRP

References

- Greenhagen RM, Johnson AR, Bevilacqua NJ. Gastrocnemius recession or tendo-Achilles lengthening for equinus deformity in the diabetic foot? *Clin Podiatr Med Surg*. 2012;29(3):413-24. DOI:10.1016/j.cpm.2012.04.005.
- Kay RM, Rethlefsen SA, Ryan JA, Wren TA. Outcome of gastrocnemius recession and tendo-Achilles lengthening in ambulatory children with cerebral palsy. *J Pediatr Orthop B*. 2004;13(2):92-8. DOI:10.1097/00009957-200403000-00006.
- Fry NR, Gough M, McNee AE, Shortland AP. Changes in the volume and length of the medial gastrocnemius after surgical recession in children with spastic diplegic cerebral palsy. *J Pediatr Orthop*. 2007;27(7):769-74. DOI:10.1097/BPO.0b013e3181558943.
- Jahn J, Vasavada AN, McMullin ML. Calf muscle-tendon lengths before and after tendo-Achilles lengthenings and gastrocnemius lengthenings for equinus in cerebral palsy and idiopathic toe walking. *Gait Posture*. 2009;29(4):612-7. DOI:10.1016/j.gaitpost.2009.01.001.
- Cortina RE, Morris BL, Vopat BG. Gastrocnemius recession for metatarsalgia. *Foot Ankle Clin*. 2018;23(1):57-68. DOI:10.1016/j.fcl.2017.09.006.
- Hoefnagels EM, Weerheijm L, Witteveen AG, Louwerens JK, Keijsers N. The effect of lengthening the gastrocnemius muscle in chronic therapy resistant plantar fasciitis. *Foot Ankle Surg*. 2021;27(5):543-9. DOI:10.1016/j.fas.2020.07.003.
- Pinney SJ, Hansen ST Jr, Sangeorzan BJ. The effect on ankle dorsiflexion of gastrocnemius recession. *Foot Ankle Int*. 2002;23(1):26-9. DOI:10.1177/107110070202300105.
- Gamba C, Álvarez Gomez C, Martínez Zaragoza J, Leal Alexandre C, Bianco Adames D, Ginés-Cespedosa A. Proximal medial gastrocnemius release: Surgical technique. *JBJS Essent Surg Tech*. 2022;12(1):e20.00039. DOI:10.2106/JBJS.ST.20.00039.
- Yu JL, Nguyen DC, Chaiyasate K, Gangopadhyay N, Sachanandani N, Woo AS. Single Z-plasty versus double-opposing Z-plasty: A cadaveric study of palatal lengthening. *J Craniofac Surg*. 2017;28(2):343-6. DOI:10.1097/SCS.00000000000003273.
- Manzi G, Bernasconi A, Lopez J, Brilhault J. Ankle dorsiflexion after isolated medial versus complete proximal gastrocnemius recession: A cadaveric study. *Foot (Edinb)*. 2021;49:101842. DOI:10.1016/j.foot.2021.101842.
- 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(6):471-3. DOI:10.1016/j.fas.2017.05.008.
- Greenhagen RM, Johnson AR, Peterson MC, Rogers LC, Bevilacqua NJ. Gastrocnemius recession as an alternative to tendo-Achilles lengthening for relief of forefoot pressure in a patient with peripheral neuropathy: A case report and description of a technical modification. *J Foot Ankle Surg*. 2010;49(2):159.e9-13. DOI:10.1053/j.jfas.2009.07.002.
- Slullitel GA, Martínez de Albornoz P, Oller Boix A, Rey Cañas R, Vazquez Vidosa J, Monteagudo de la Rosa M. Proximal medial gastrocnemius recession for recalcitrant plantar fasciitis. *Foot Ankle Int*. 2024;45(8):833-8. DOI:10.1177/10711007241242792.
- Deleu PA, Naaim A, Chèze L, Dumas R, Devos Bevernage B, Birch I, et al. Concomitant triceps surae lengthening in total ankle arthroplasty affects the mechanical work at the ankle joint. *Foot Ankle Int*. 2023;44(8):754-62. DOI:10.1177/10711007231176819.
- Iborra A, Villanueva M, Fahandezh-Saddi Díaz H. Needle based gastrocnemius lengthening: A novel ultrasound guided noninvasive technique: part II-clinical results. *J Orthop Surg Res*. 2024;19(1):203. DOI:10.1186/s13018-024-04685-0.
- Bull PE, Thompson MJ, McGann M, Mendez G, Berlet GC, Olaniyan A. The medial gastrocnemius recession, an alternative surgical treatment for isolated gastrocnemius contracture: A cadaver study with discussion emphasizing variable conjoint tendon anatomy. *Foot Ankle Spec*. 2025;18(2):185-92. DOI:10.1177/19386400221133410.
- Morales-Muñoz P, de Los Santos Real R, Barrio Sanz P, Pérez JL, Varas Navas J, Escalera Alonso J. Proximal gastrocnemius release in the treatment of mechanical metatarsalgia. *Foot Ankle Int*. 2016;37(7):782-9. DOI:10.1177/1071100716640612.
- Anselmo DS, Thatcher L, Erfle D. Gastrocnemius recession as an alternative to midfoot arthrodesis for painful midfoot arthritis. *J Foot Ankle Surg*. 2020;59(5):1106-8. DOI:10.1053/j.jfas.2019.08.036.
- Williamson PM, Pennings JP, Harlow E, Hanna P, Lechtig A, Okajima S, et al. Tendon lengthening after Achilles tendon rupture—Passive effects on the ankle joint in a cadaveric pilot study simulating weight bearing. *Injury*. 2020;51(2):532-6. DOI:10.1016/j.injury.2019.10.02.
- Hoh TK, Hung RW, Steinberg JS, Rasovic KM. A wound complication after percutaneous Achilles tendon lengthening requiring surgical excision: A case report. *J Foot Ankle Surg*. 2017;56(3):680-2. DOI:10.1053/j.jfas.2017.01.040.