



ORIGINAL

Artículo bilingüe español / inglés

Rev Esp Podol. 2025;36(2):96-102

DOI: <http://dx.doi.org/10.20986/revesppod.2025.1744/2025>

Asociación entre la movilidad del primer radio del pie y el dolor lumbar: estudio observacional transversal

*Relationship between normal mobility of the first ray of the foot and low back pain.
Cross-sectional observational study*

Patricia Granados-Gómez¹, María Reina-Bueno², Mercedes Gómez-Castro³ y Pedro V. Munuera-Martínez²

¹Patricia Granados Podología. Sevilla, España. ²Departamento de Podología. Universidad de Sevilla, España. ³Junta de Andalucía. Sevilla, España

Palabras claves:

Primer radio, pie, plantarflexión, dorsiflexión, movilidad total, dolor lumbar.

Resumen

Introducción: El objetivo del estudio fue analizar si existe una diferencia en la movilidad del primer radio del pie entre personas con y sin dolor lumbar, y si dicha movilidad pudiera estar relacionada con la presencia de lumbalgia.

Pacientes y métodos: Se realizó un estudio observacional transversal con 400 adultos entre 18 y 65 años. Se evaluó la dorsiflexión, la plantarflexión y la movilidad total del primer radio mediante un instrumento validado. Se clasificaron los pies como normales o con movilidad alterada según criterios clínicos y se registró la presencia de dolor lumbar mediante escala visual analógica.

Resultados: No se encontraron diferencias clínicamente relevantes en la movilidad del primer radio entre personas con y sin lumbalgia en general. Sin embargo, al comparar pies normales sin lumbalgia con pies con movilidad alterada y con lumbalgia, se observó una disminución significativa en la plantarflexión (media: 6.4 mm vs. 5.1 mm), lo que sugiere una posible relación entre la movilidad reducida del primer radio y el dolor lumbar.

Conclusiones: La disminución de la plantarflexión del primer radio podría estar asociada con la presencia de lumbalgia. Este hallazgo destacó la importancia de considerar la biomecánica del pie en el abordaje integral del dolor lumbar y sugirió la necesidad de futuras investigaciones para confirmar esta relación.

Keywords:

First ray, foot, plantar flexion, dorsal flexion, total mobility, low back pain.

Abstract

Introduction: The aim of this study was to analyze whether there is a difference in first ray mobility between individuals with and without low back pain, mobility could be related to the presence of low back pain.

Patients and methods: A cross-sectional observational study was conducted with 400 adults aged 18 to 65. Dorsiflexion, plantarflexion, and total mobility of the first ray were measured using a validated instrument. Feet were classified as normal or non-normal based on clinical criteria, and low back pain was assessed using a visual analog scale.

Results: No clinically relevant differences in first ray mobility were found between individuals with and without low back pain overall. However, when comparing normal feet without low back pain to with altered mobility and with low back pain, a significant reduction in plantarflexion was observed (mean: 6.4 mm vs. 5.1 mm), suggesting a possible link between reduced first ray mobility and low back pain.

Conclusions: Reduced plantarflexion of the first ray may be associated with the presence of low back pain. This finding highlighted the importance of considering foot biomechanics in the comprehensive management of lumbar pain and suggested the need for further research to confirm this relationship.

Recibido: 30-06-2025

Aceptado: 22-07-2025



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:

María Reina Bueno
mreina1@us.es

Introducción

El primer radio del pie, compuesto por el primer metatarsiano y la primera cuña, es esencial para la estabilidad del pie y el desarrollo adecuado de la marcha, especialmente en las fases de apoyo y propulsión^{1,2}. Alteraciones en su función se han vinculado a diversas patologías, como hallux valgus³, hallux limitus, hallux rigidus⁴, o dolor lumbar⁵.

Las articulaciones involucradas en el movimiento del primer radio son la primera articulación cuneo-metatarsiana y la articulación cuneo-escafoidea medial. Su movimiento se da en un eje común⁶, que se dirige desde posterior-medial-dorsal hacia anterior-lateral-plantar, con una angulación de 45° con respecto al plano frontal y sagital, y con una leve angulación con respecto al plano transversal. Al ser insignificante el movimiento en el plano transversal, se consideran relevantes los movimientos que se dan en el plano sagital y en el plano frontal, realizando así dorsiflexión-inversión y plantarflexión-eversión¹.

Algunas alteraciones biomecánicas del pie, como la limitación de la movilidad de la primera articulación metatarsofalángica, pueden producir compensaciones ascendentes que afectan a la postura y a la dinámica de la marcha. Estas compensaciones podrían contribuir al desarrollo de molestias en la región lumbar, especialmente por el sobreuso de grupos musculares como el psoas-ilíaco⁵. Sin embargo, a pesar de su plausibilidad biomecánica y de la observación clínica frecuente de esta asociación, no se han identificado estudios que analicen específicamente la relación entre la movilidad del primer radio y la presencia de dolor lumbar en la población adulta.

Comprender cómo la biomecánica del pie influye en patologías cercanas, como el dolor lumbar, es clave para un tratamiento integral del dolor musculoesquelético. La movilidad del primer radio afecta la marcha y, si está limitada, puede alterar el movimiento de la cadera y la columna. Estudiar esta relación podría mejorar el diagnóstico y permitir terapias centradas en el pie. La falta de estudios previos justifica esta investigación.

En 2020, Munuera-Martínez y cols.⁷ validaron un nuevo medidor de la movilidad del primer radio que presentaba las ventajas de ser ligero, portátil, sencillo y aplicable en la práctica clínica diaria. A pesar de ser un instrumento válido y fiable que ya se ha empleado en estudios previos^{7,8}, aún no se conocen estudios que hayan relacionado la movilidad del primer radio evaluada con este medidor con la presencia de dolor lumbar. Por tanto, el presente estudio se realizó con el objetivo de comprobar si el movimiento del primer radio, medido con este instrumento, era diferente entre personas con y sin lumbalgia.

Pacientes y métodos

Participantes

Se ha realizado un estudio observacional transversal. Las mediciones se llevaron a cabo entre los meses de noviembre de 2020 y junio de 2023. La población objeto de estudio han sido hombres y mujeres mayores de 18 años y menores de 65, que acudieron al Área Clínica de Podología de la Universidad de Sevilla y otras clínicas privadas de la ciudad de Sevilla.

Los criterios de inclusión fueron adultos sanos hombres y mujeres mayores de 18 años y menores de 65 años. Para poder comparar la movilidad del primer radio entre personas con y sin dolor lumbar, se incluyeron participantes sin patología ni dolor lumbar, y participantes con dolor lumbar inespecífico, no relacionado con el diagnóstico de patologías concretas a ese nivel. Se excluyeron personas intervenidas quirúrgicamente del primer radio, personas que habían sufrido fracturas en los pies o extremidades inferiores, personas con alguna enfermedad sistémica con repercusión en la morfología del pie (como, por ejemplo, artritis reumatoide, pie de Charcot, etc.) y personas con demencia, dificultad de expresión y dificultad de movilidad.

Procedimiento

Para cada participante se cumplimentó una hoja con datos sociodemográficos y antecedentes de salud. Se llevó a cabo una exploración del pie en la que se cuantificó la flexión dorsal de la primera articulación metatarsofalángica, la flexión dorsal del tobillo y la dorsiflexión (DF), plantarflexión (PF) y movilidad total del primer radio. Todas esas mediciones fueron realizadas por la misma persona, con más de 7 años de experiencia en exploración del pie.

Se midió el *Foot Posture Index*, que posteriormente se utilizó para clasificar los pies en neutros, pronados y supinados⁹. Se consideraron pies normales aquellos que, además de cumplir los criterios de normalidad descritos por Kirby¹⁰, presentasen flexión dorsal de la primera articulación metatarsofalángica mayor a 50°, y una puntuación de *Foot Posture Index* comprendida entre +1 y +5 (neutros).

Se cumplimentó la escala visual analógica para lumbalgia^{11,12}.

Las mediciones del primer radio se cuantificaron con el Medidor de Primer Radio® (Fresco Podología SL, Barcelona, España), instrumento válido y fiable que ha sido utilizado previamente en otros estudios (Figura 1)^{7,8,13}. Para esta medición, una mano se mantuvo la rama horizontal sobre las cabezas del 2º, 3º, 4º y 5º metatarsiano y la otra mano sujetó la rama horizontal de la otra parte contra la cabeza del primer metatarsiano. Partiendo de esta posición, se movió hacia arriba la cabeza del primer metatarsiano junto con la rama horizontal para comprobar cuántos milímetros de DF marca en la rama vertical y lo mismo hacia abajo para calcular la PF (Figuras 2, 3 y 4)^{7,8}. Esta medición se hizo 3 veces en cada pie para usar la media de ellas en el análisis estadístico.

Análisis de los datos

Para el cálculo del tamaño muestral se ha aplicado la fórmula del muestreo aleatorio simple para la estimación de la media para poblaciones infinitas partiendo de un error relativo de muestreo (o coeficiente de variación) del 5 % y un intervalo de confianza del 95 %, utilizando como estimadores los estadísticos de una muestra piloto realizada sobre 20 individuos. El resultado fue de 393 participante y finalmente de incluyeron 400 sujetos, para contemplar posibles pérdidas durante el tratamiento de los datos.

Para el análisis descriptivo se han calculado la frecuencia absoluta (N), frecuencia relativa (%), los valores medios, la desviación estándar (DE) y los percentiles 25, 50 y 75 (rango intercuartílico).

Para evaluar la fiabilidad intraobservador, en un subconjunto de 40 pies (20 derechos y 20 izquierdos) seleccionados al azar, se midieron



Figura 1. Medidor del primer radio.



Figura 2. Colocación del primer radio en posición neutra con el medidor.



Figura 3. Cuantificación de la dorsiflexión del primer radio con el medidor.



Figura 4. Cuantificación de la plantarflexión del primer radio con el medidor.

las variables de DF y PF 2 veces por el mismo investigador, con una separación de 15 días entre ambas mediciones. El grado de concordancia se analizó mediante el coeficiente de correlación intraclass (CCI), de 2 factores y modelos mixtos.

Para las variables cuantitativas se han realizado las pruebas de normalidad con el estadístico Kolmogorov-Smirnov. Para conocer si existían diferencias por grupos, se ha aplicado la prueba T para muestras independientes si las variables cumplían normalidad, o la prueba de U de Mann-Whitney si no seguían una distribución normal. Se calculó el tamaño del efecto con la d de Cohen o la r de Rosenthal, considerándose < 0.2 sin efecto, $0.2-0.5$, efecto pequeño, $0.5-0.8$, efecto medio y ≥ 0.8 , efecto grande.

Se ha realizado un análisis de conglomerados bietápico utilizando la medida de silueta de la cohesión y separación, para conocer si las agrupaciones eran buenas, suficientes o pobres.

El análisis estadístico se ha llevado a cabo utilizando el paquete estadístico IBM SPSS Statistics 27.

Resultados

En este estudio participaron 400 sujetos, 331 fueron mujeres y 69 hombres. La edad media fue de 42.2 ± 1.1 años. El índice de masa corporal medio de la población de estudio fue de 24.7 ± 4.4 kg/m². Los resultados del CCI mostraron excelente repetibilidad en todas las variables de movilidad del primer radio (DF pie derecho CCI = 0.979, PF pie derecho CCI = 0.931, DF pie izquierdo CCI = 0.998, PF pie izquierdo CCI = 0.973).

Debido a que una misma persona puede presentar un pie normal y otro no, se contabilizaron pies en vez de personas para el análisis de la movilidad del primer radio. De los 800 pies de muestra, 227 eran pies normales y 573 con movilidad alterada. En la Tabla I se muestran los resultados descriptivos de las variables medidas. Hubo 188 personas que presentaron dolor lumbar (47 %), siendo el valor medio observado de la escala visual analógica de 4.2 ± 3.1 mm (mediana = 5; rango intercuartílico = $1.0 - 7.0$). Según los valores del *Foot Posture Index*

Tabla I. Análisis descriptivo de variables pie normal y pie con movilidad alterada.

| | Pie normal | | | |
|------------------|------------------------|------|------------------------|------|
| | Sí N = 227 (28.4 %) | | No N = 573 (71.6 %) | |
| | N | % | N | % |
| Género | | | | |
| Hombre | 62 | 27.3 | 76 | 13.3 |
| Mujer | 165 | 72.7 | 497 | 86.7 |
| Edad | | | | |
| 18-29 | 45 | 19.8 | 75 | 13.1 |
| 30-39 | 68 | 30.0 | 134 | 23.4 |
| 40-49 | 68 | 30.0 | 192 | 33.5 |
| 50-59 | 37 | 16.3 | 141 | 24.6 |
| > 59 | 9 | 4.0 | 31 | 5.4 |
| Grupo IMC | | | | |
| < 18.5 | 7 | 3.1 | 9 | 1.6 |
| 18.5-24.9 | 110 | 48.5 | 356 | 62.1 |
| 25.0-29.9 | 82 | 36.1 | 150 | 26.2 |
| ≥ 30 | 28 | 12.3 | 58 | 10.1 |

IMC: índice de masa corporal.

para el pie derecho, 333 fueron neutros, 42 pronados y 25 supinados, y para el pie izquierdo 332 fueron neutros, 43 pronados y 25 supinados. La extensión metatarsofalángica observada en el pie derecho fue de $60 \pm 8.4^\circ$, y en el pie izquierdo $63 \pm 9.3^\circ$.

En la Tabla II podemos observar la diferencia de las variables relativas a la movilidad del primer radio en pies normales y con movilidad alterada.

Para el cálculo del rango de valores de DF, PF y MT en pies normales, se ha utilizado un análisis de conglomerados bietápico, que permite definir cuáles serían esos valores en el grupo pie normal y pie no normal. En la DF, el rango de valores fue de 6-7 mm tanto en pies normales como en pies con movilidad alterada. Sin embargo, la PF en los pies normales el rango de valores fue de 6-7 mm, y en los pies con movilidad alterada fue de 4-6 mm. Como se muestra en la Tabla III, no se observaron diferencias significativas en la movilidad del primer radio entre personas con y sin lumbalgia. Aunque la DF fue ligeramente menor en personas sin lumbalgia, las medianas fueron iguales y el tamaño del efecto fue muy pequeño, por lo que esta diferencia no se podría considerar clínicamente importante.

Sin embargo, una vez que se aplicó el filtro de contabilizar solo a las personas sin lumbalgia que tuvieran pies normales, y comparar la movilidad del primer radio con las personas con lumbalgia y pies con movilidad alterada, se pudo observar que la PF fue la variable que presentó el tamaño del efecto más elevado, aunque sin llegar a ser grande. Esta variable fue menor en los casos de lumbalgia (Tabla IV).

Tabla II. Movilidad del primer radio en pies normales y con movilidad alterada.

| | | Media | Intervalo de confianza (IC 95 %) | Desviación estándar | Mediana | Rango intercuartílico | Valor de p ^a | Tamaño del efecto ^b |
|------------------|----------------------------|-------|----------------------------------|---------------------|---------|-----------------------|-------------------------|--------------------------------|
| Dorsalflexión | Pie normal | 6.6 | 6.2-6.8 | 1.1 | 7 | 6-7 | 0.079 | |
| | Pie con movilidad alterada | 6.7 | 6.3-6.9 | 1.1 | 7 | 6-7 | | |
| Plantarflexión | Pie normal | 6.5 | 6.1-6.8 | 1.0 | 6 | 6-7 | < 0.001 | 0.459 |
| | Pie con movilidad alterada | 5.1 | 4.8-5.5 | 1.3 | 5 | 4-6 | | |
| Movimiento total | Pie normal | 13.0 | 12.7-13.1 | 1.9 | 13 | 12-14 | < 0.001 | 0.274 |
| | Pie con movilidad alterada | 11.8 | 11.4-13 | 1.9 | 12 | 11-13 | | |

^aPrueba U de Mann-Whitney para muestras independientes.^br de Rosenthal.**Tabla III. Movilidad del primer radio en personas con y sin lumbalgia.**

| | | N | Media | Intervalo de confianza (IC 95 %) | Desviación estándar | Mediana | Rango intercuartílico | p ^a | Tamaño del efecto ^b |
|------------------|---------------|-----|-------|----------------------------------|---------------------|---------|-----------------------|----------------|--------------------------------|
| Dorsalflexión | Lumbalgia | 376 | 6.8 | 6.4-7 | 1.1 | 7 | 6-7 | 0.018 | 0.083 |
| | Sin lumbalgia | 424 | 6.6 | 6.3-6.9 | 1.1 | 7 | 6-7 | | |
| Plantarflexión | Lumbalgia | 376 | 5.5 | 5.2-5.9 | 1.4 | 5 | 4-6 | 0.693 | |
| | Sin lumbalgia | 424 | 5.5 | 5-5.8 | 1.4 | 6 | 4-6 | | |
| Movimiento total | Lumbalgia | 376 | 12.2 | 12-12.5 | 2.0 | 12 | 11-13 | 0.207 | |
| | Sin lumbalgia | 424 | 12.1 | 11.9-12.3 | 2.0 | 12 | 11-13 | | |

^aPrueba U de Mann-Whitney para muestras independientes.^br de Rosenthal.

Tabla IV. Movilidad del primer radio en pies normales de personas sin lumbalgia y en pies con movilidad alterada de personas con lumbalgia.

| | | N | Media | Intervalo de confianza (IC 95 %) | Desviación estándar | Mediana | Rango intercuartílico | Valor p ^a | Tamaño del efecto ^b |
|------------------|--|-----|-------|----------------------------------|---------------------|---------|-----------------------|----------------------|--------------------------------|
| Dorsalflexión | Pie normal sin lumbalgia | 141 | 6.5 | 6.2-6.7 | 1.2 | 6 | 6-7 | 0.008 | 0.127 |
| | Pie con movilidad alterada con lumbalgia | 290 | 6.8 | 6.5-7 | 1.1 | 7 | 6-7 | | |
| Plantarflexión | Pie normal sin lumbalgia | 141 | 6.4 | 6-6.8 | 1.0 | 6 | 6-7 | < 0.001 | 0.448 |
| | Pie con movilidad alterada con lumbalgia | 290 | 5.1 | 4.8-5.3 | 1.3 | 5 | 4-6 | | |
| Movimiento total | Pie normal sin lumbalgia | 141 | 12.9 | 12.5-13.2 | 1.9 | 13 | 12-14 | < 0.001 | 0.221 |
| | Pie con movilidad alterada con lumbalgia | 290 | 11.9 | 11.4-12.1 | 1.9 | 12 | 11-13 | | |

^aPrueba U de Mann-Whitney para muestras independientes.

^br de Rosenthal.

Es decir, aunque las diferencias fueron estadísticamente significativas, clínicamente deben ser interpretadas con cautela.

Discusión

El objetivo de este estudio fue comprobar si el movimiento del primer radio, medido con el medidor descrito por Munuera-Martínez y cols.⁷, era diferente entre personas con y sin lumbalgia. En nuestro estudio hemos observado que la PF disminuyó en los casos de lumbalgia.

A lo largo de los años numerosas investigaciones han establecido la relación funcional entre 2 áreas corporales anatómicamente distantes como son el pie y la región lumbar. En sentido ascendente, una alteración en el apoyo del pie puede favorecer el dolor lumbar inespecífico. El dolor en la región lumbar es un problema muy frecuente en la población general que se estima que afecta hasta a un 80 % de las personas en algún momento de su vida^{14,15}. La influencia que el pie tiene en esta patología se asocia a los cambios funcionales que determinadas alteraciones podales favorecen en el sistema musculoesquelético lumbo-pélvico.

Una disfunción en el pie puede alterar la biomecánica de la pelvis, afectando también la columna lumbar^{16,17}. La pronación anormal del retropié altera el apoyo del pie durante la marcha, generando cambios en la posición y movilidad de la pelvis, lo que incrementa el riesgo de desarrollar patologías lumbares¹⁸⁻²². Los efectos de la pronación anormal del pie tienen relación con el aumento de la inclinación anterior y lateral de la pelvis^{23,24}, con la inclinación lateral y rotación axial del tórax en aquellos casos de hiperpronación unilateral²⁵, con alteraciones en el funcionamiento de la musculatura lumbo-pélvica²⁶⁻²⁸, o con aumento de la lordosis lumbar y cifosis dorsal²⁹. Estudios recientes también han demostrado que el pie plano, una condición que lleva asociada pronación anormal del pie, es un factor

de riesgo independiente de la enfermedad degenerativa lumbar³⁰, incluida la hernia de disco intervertebral en esta región³¹.

Una disfunción biomecánica del pie, como puede ser la limitación de la movilidad del primer radio, puede cambiar la forma de caminar de una persona, causándole modificaciones en todo el cuerpo, alterando incluso su posición fisiológica corporal, ya que esta articulación es el pivote sobre el cual avanza todo el cuerpo durante la fase propulsora de la marcha. Si existe esta limitación o disminución del movimiento, al repetirse esta situación miles de veces en el día durante mucho tiempo puede alterar toda la biomecánica del cuerpo y del pie. Si este movimiento del primer radio se ve afectado, entonces la energía cinética creada para este movimiento debe disiparse de otra forma, creándose un patrón específico de compensaciones. Entre los cambios posturales y dolencias que puede provocar, se encuentra el dolor lumbar o lumbalgia. Según Dananberg en 1993^{5,32}, la limitación del movimiento de DF o PF del primer radio impide el desarrollo completo de la fase de propulsión del pie en la marcha. El cuerpo, para compensar esto, necesitará una mayor flexión dorsal del pie y una mayor flexión de rodilla y de cadera. De esta forma se obtiene un acortamiento del paso desencadenándose un desequilibrio entre flexores y extensores de la cadera. Para compensar este desequilibrio, actuarán los músculos de la región lumbar como son el cuadrado lumbar y el psoas ilíaco aumentando la rotación de la pelvis pudiendo dar lugar a lumbalgia. En nuestro estudio se observó que existe una relación entre los pacientes que presentan una disminución de la PF del primer radio y los pacientes con lumbalgia.

O'Leary y cols.²² en su revisión sistemática de 2013 indican que las alteraciones biomecánicas pueden ser la causa del dolor lumbar crónico. Se relacionó el pie plano, la inestabilidad del tobillo, el bloqueo del plano sagital y la pronación excesiva con el dolor lumbar. Barwick y cols.³³ también realizaron una revisión a la literatura, la cual sugiere que la disfunción de la musculatura del complejo

lumbo-pélvico-cadera está involucrada en modificaciones de la funcionalidad de las extremidades inferiores y está altamente relacionada con el desarrollo de algunas patologías tradicionalmente atribuidas a la pronación excesiva del pie durante la marcha.

Por otro lado, Kendall y cols.³⁴ afirmaron que la relación entre el dolor lumbar y el comportamiento del pie, en concreto la pronación excesiva, no está bien documentada como para afirmarla. Sin embargo, Yazdani y cols.¹⁷ en 2018 concluyeron que las fuerzas de reacción del suelo y los impulsos en diferentes zonas del pie se ven afectados por el dolor lumbar.

Anukoolkarn y cols.³⁵ en 2015 quisieron examinar los patrones de distribución de la presión plantar durante la fase de postura media de la marcha en sujetos con dolor lumbar crónico y sujetos sin dolor lumbar. Participaron 40 sujetos con dolor lumbar crónico y 40 asintomáticos. Observaron que los patrones de distribución de la presión máxima media promedio no fueron los mismos en pacientes con dolor lumbar crónico y en sujetos asintomáticos, por lo que las presiones sobre la superficie plantar se distribuyeron de manera desigual en sujetos con dolor lumbar crónico en la fase de postura media de la marcha. Lee y cols.³⁶ en 2011 realizaron un estudio para investigar los cambios de la distribución de la presión plantar durante la marcha en 30 personas con lumbalgia y 30 sin lumbalgia. Los pacientes con lumbalgia caminaron con un desplazamiento anteroposterior más corto del centro de presiones, que puede ser debido a una acción compensatoria para evitar el dolor. Las distribuciones de presión del pie en los sujetos con lumbalgia proporcionaron evidencia de alteraciones del patrón de marcha. Aunque estos estudios no tratan específicamente de la relación entre la movilidad del primer radio y el dolor lumbar, sí que hay relación entre la movilidad del primer radio y la distribución de las presiones plantares, por lo que se podría pensar que entre la movilidad del primer radio y el dolor lumbar existe cierta conexión.

Como hemos observado en nuestro estudio, las personas con dolor lumbar mostraron menos PF del primer radio. La PF del primer radio es esencial para el normal desarrollo de la fase propulsiva de la marcha. De no darse este movimiento con normalidad, el pie puede compensar realizando un movimiento de pronación tardía para favorecer el contacto de la cabeza del primer metatarsiano con el suelo³⁷. El dolor lumbar ha sido relacionado en múltiples ocasiones con una pronación excesiva en la marcha. En el ciclo de la marcha, la pronación excesiva del pie produce alineaciones alteradas de la tibia, el fémur, la pelvis y la columna lumbar, provocando el dolor en dicha zona. El movimiento de pronación excesiva en un pie provoca una rotación interna del maléolo medial, forzando también a la rotación interna del fémur y de la tibia. Esto induce a una inclinación pélvica ipsilateral, provocando durante la marcha una rotación de las vértebras lumbares. Esto da lugar a una alteración de la cinética corporal y puede provocar lumbalgia. Al estar la pronación anormal relacionada con una alteración de la movilidad del primer radio, esta alteración estaría también relacionada con dolor lumbar. Además, la debilidad de los músculos posturales en la parte baja de la espalda y el dolor lumbar también se han relacionado con un rango de movimiento limitado del tobillo. Esto hace que sea complicado determinar si las anomalías del pie son la causa o las consecuencias del dolor lumbar. Lo que sí podemos concluir es que las condiciones biomecánicas anormales de las extremidades inferiores están relacionadas con el dolor lumbar funcional y mecánico^{28,38-41}.

El presente estudio aporta evidencia sobre la posible asociación entre la movilidad del primer radio del pie y la presencia de dolor lumbar, destacando una disminución significativa de la PF en sujetos con lumbalgia y pies con movilidad alterada. Este hallazgo refuerza la hipótesis de que las alteraciones biomecánicas del pie pueden tener un impacto ascendente en la postura y la funcionalidad del raquis lumbar. Como fortalezas del estudio, destacamos la utilización de una metodología de medición validada, tamaño muestral adecuado y análisis estadístico detallado.

Este estudio también presenta algunas limitaciones, como la restricción geográfica de la muestra y la exclusión de menores de 18 años, lo que dificulta la generalización de los resultados. La muestra incluyó una mayoría de mujeres (82.75 %), lo que podría influir en los resultados y limitar su generalización a la población masculina. El diseño de tipo observacional transversal lo que no permite es establecer relaciones causales entre la movilidad del primer radio y la lumbalgia. No se tuvieron en cuenta variables como el índice de masa corporal, el nivel de actividad física, la presencia de alteraciones en otras articulaciones o el sedentarismo, todos ellos potencialmente influyentes tanto en la movilidad del pie como en el dolor lumbar.

Teniendo en cuenta la relación entre la disminución de la PF del primer radio y la presencia de lumbalgia, la práctica clínica debería incorporar de forma sistemática la evaluación biomecánica del pie, y en particular del primer radio, en pacientes con dolor lumbar inespecífico. Esta valoración permitiría identificar posibles alteraciones distales que contribuyen al dolor lumbar, facilitando un enfoque terapéutico más integral.

Como futuras líneas de investigación en este campo, se plantean el desarrollo de estudios longitudinales que permitan establecer relaciones causales entre la movilidad del primer radio y la evolución del dolor lumbar. También el diseño de ensayos clínicos que evalúen el efecto de ortesis plantares personalizadas sobre el dolor lumbar.

En conclusión, la disminución de la PF del primer radio podría estar asociada con la presencia de lumbalgia. Este estudio nos sugiere que debemos estudiar más el movimiento de PF puesto que su disminución es significativa y puede estar relacionada con la lumbalgia.

Declaración ética

Todos los participantes entregaron su consentimiento por escrito una vez fueron informados de las características del estudio y aceptaron participar voluntariamente. El estudio fue evaluado por el Comité de Ética de la Investigación de la Universidad de Sevilla, y obtuvo dictamen favorable (código interno 2244- N-19). Se realizó siguiendo los criterios de la declaración de Helsinki.

Conflicto de intereses

Ninguno.

Fuentes de financiación

Ninguna.

Contribución de los autores

Concepción y diseño del estudio: MRB, PVMM. Recogida de datos: PGG, MGC, PVMM. Análisis e interpretación de los resultados: PGG, MRB, MGC. Creación, redacción y preparación del boceto inicial: PGG, MRB, MGC, PVMM. Revisión final: PGG, MRB, MGC, PVMM.

Bibliografía

- Távora-Vidalón SP, Monge-Vela MÁ, Lafuente-Sotillos G, Domínguez-Maldonado G, Munuera-Martínez PV. Static range of motion of the first metatarsal in the sagittal and frontal planes. *J Clin Med*. 2018;7(456):1-12. DOI: 10.3390/jcm7110456.
- Glasoe W, Yack H, Saltzman C. Anatomy and biomechanics of the first ray. *Phys Ther*. 1999;79(9):854-9. DOI: 10.1093/ptj/79.9.854.
- Jahss MH. Disorders of the hallux and the first ray. 2nd ed. Vol. 12. Philadelphia: Wickland E; 1991.
- Prats B, Alcorisi O, Verdaguer J, Vázquez F, Vergés C, Vila R. Alteraciones del primer radio en el plano sagital. *Rev Esp Podol*. 2004;15(5):240-3.
- Dananberg HJ. Gait style as an etiology to chronic postural pain. Part II. Postural compensatory process. *J Am Podiatr Med Assoc*. 1993;83(11):615-24. DOI: 10.7547/87507315-83-11-615.
- Hicks JH. The mechanics of the foot. I. The joints. *J Anat*. 1953;87(4):345-57.
- Munuera-Martínez PV, Távora-Vidalón P, Monge-Vela MÁ, Sáez-Díaz A, Lafuente-Sotillos G. The validity and reliability of a new simple instrument for the measurement of first ray mobility. *Sensors*. 2020;20(8):1-16. DOI: 10.3390/s20082207.
- Távora Vidalón P, Lafuente Sotillos G, Munuera-Martínez PV. Movimiento del primer dedo en sujetos con hallux limitus vs. sujetos con pies normales. *Rev Esp Podol*. 2021;32(2):116-22.
- Redmond AC, Crane YZ, Menz HB. Normative values for the Foot Posture Index. *J Foot Ankle Res*. 2008;1(1):6. DOI: 10.1186/1757-1146-1-6.
- Kirby KA. Biomechanics of the normal and abnormal foot. *J Am Podiatr Med Assoc*. 2000;90(1):30-4. DOI: 10.7547/87507315-90-1-30.
- Vicente Herrero MT, Delgado Bueno S, Bandrés Moyá F, Ramírez Iñiguez de la Torre MV, Capdevila García L. Valoración del dolor. Revisión comparativa de escalas y cuestionarios. *Rev Soc Esp Dolor*. 2018;25(4):228-36. DOI: 10.20986/resed.2018.3632/2017. DOI: 10.20986/resed.2018.3632/2017.
- Henández-Vio JJ. Efectividad de la terapia de tracción mecánica en la reducción del dolor lumbar en pacientes con hernia de disco: una revisión sistemática y metaanálisis. *Rev Cienc Salud Integrando Conoc*. 2024;8(2):67-79.
- Díaz Álvarez MS, Montañó Jiménez P, Munuera-Martínez PV. Influencia del tratamiento quirúrgico para el hallux abductus valgus en la movilidad del primer radio. *Rev Esp Podol*. 2023;34(1):13-8. DOI: 10.20986/revespod.2023.1650/2022.
- López de Celis C, Barra López ME, Villar Mateo E. Correlación entre dolor, discapacidad y rango de movilidad en pacientes con lumbalgia crónica. *Fisioterapia*. 2009;31(5):177-82. DOI: 10.1016/j.ft.2008.10.005.
- Deyo RA, Weinstein JN. Low back pain. *N Engl J Med*. 2001;344(5):363-70. DOI: 10.1056/NEJM200102013440508.
- Poussa MS, Heliövaara MM, Seitsamo JT, Kõnönen MH, Hurmerinta KA, Nissinen MJ. Development of spinal posture in a cohort of children from the age of 11 to 22 years. *Eur Spine J*. 2005;14(8):738-42. DOI: 10.1007/s00586-004-0701-9.
- Yazdani F, Razeghi M, Karimi MT, Raeisi Shahraki H, Salimi Bani M. The influence of foot hyperpronation on pelvic biomechanics during stance phase of the gait: A biomechanical simulation study. *Proc Inst Mech Eng [H]*. 2018;232(7):708-17. DOI: 10.1177/0954411918778077.
- Cambron JA, Duarte M, Dexheimer J, Solecki T. Shoe orthotics for the treatment of chronic low back pain: A randomized controlled pilot study. *J Manipulative Physiol Ther*. 2011;34(4):254-60. DOI: 10.1016/j.jmpt.2011.04.004.
- Hornestam JF, Arantes PMM, Souza TR, Resende RA, Aquino CF, Fonseca ST, et al. Foot pronation affects pelvic motion during the loading response phase of gait. *Braz J Phys Ther*. 2021;25(6):727-34. DOI: 10.1016/j.bjpt.2021.04.005.
- Khamis S, Yizhar Z. Effect of feet hyperpronation on pelvic alignment in a standing position. *Gait Posture*. 2007;25(1):127-34. DOI: 10.1016/j.gaitpost.2006.02.005.
- Khamis S, Dar G, Peretz C, Yizhar Z. The Relationship between Foot and Pelvic Alignment while Standing. *J Hum Kinet*. 2015;46(1):85-97. DOI: 10.1515/hukin-2015-0037.
- O'Leary CB, Cahill CR, Robinson AW, Barnes MJ, Hong J. A systematic review: The effects of podiatric deviations on nonspecific chronic low back pain. *J Back Musculoskelet Rehabil*. 2013;26(2):117-23. DOI: 10.3233/BMR-130367.
- Resende RA, Deluzio KJ, Kirkwood RN, Hassan EA, Fonseca ST. Increased unilateral foot pronation affects lower limbs and pelvic biomechanics during walking. *Gait Posture*. 2015;41(2):395-401. DOI: 10.1016/j.gaitpost.2014.10.025.
- Pinto RZA, Souza TR, Trede RG, Kirkwood RN, Figueiredo EM, Fonseca ST. Bilateral and unilateral increases in calcaneal eversion affect pelvic alignment in standing position. *Man Thor*. 2008;13(6):513-9. DOI: 10.1016/j.math.2007.06.004.
- Tateuchi H, Wada O, Ichihashi N. Effects of calcaneal eversion on three-dimensional kinematics of the hip, pelvis and thorax in unilateral weight bearing. *Hum Mov Sci*. 2011;30(3):566-73. DOI: 10.1016/j.humov.2010.11.011.
- Yazdani F, Razeghi M, Karimi MT, Salimi Bani M, Bahreinizad H. Foot hyperpronation alters lumbopelvic muscle function during the stance phase of gait. *Gait Posture*. 2019;74:102-7. DOI: 10.1016/j.gaitpost.2019.08.022.
- Kararti C, Bilgin S, Dadali Y, Büyükturan B, Büyükturan Ö, Bek N. Are biomechanical features of the foot and ankle related to lumbopelvic motor control? *J Am Podiatr Med Assoc*. 2021;111(3):3-5. DOI: 10.7547/18-065.
- Bird AR, Bendrups AP, Payne CB. The effect of foot wedging on electromyographic activity in the erector spinae and gluteus medius muscles during walking. *Gait Posture*. 2003;18(2):81-91. DOI: 10.1016/S0966-6362(02)00199-6.
- Farokhmanesh K, Shirzadian T, Mahboubi M, Shahri MN eyakan. Effect of foot hyperpronation on lumbar lordosis and thoracic kyphosis in standing position using 3-dimensional ultrasound-based motion analysis system. *Glob J Health Sci*. 2014;6(5):254-60. DOI: 10.5539/gjhs.v6n5p254.
- Chou MC, Huang JY, Hung YM, Perng WT, Chang R, Wei JCC. Flat foot and spinal degeneration: Evidence from nationwide population-based cohort study. *J Formos Med Assoc*. 2021;120(10):1897-906. DOI: 10.1016/j.jfma.2020.12.019.
- Ali HM. Relationship between lumbar herniated disc with flat feet. *Syst Rev Pharm*. 2020;11(11):1804-6.
- Dananberg HJ. Gait style as an etiology to chronic postural pain. Part I. Functional hallux limitus. *J Am Podiatr Med Assoc*. 1993;83(8):433-41. DOI: 10.7547/87507315-83-8-433.
- Barwick A, Smith J, Chuter V. The relationship between foot motion and lumbopelvic-hip function: A review of the literature. *Foot*. 2012;22(3):224-31. DOI: 10.1016/j.foot.2012.03.006.
- Kendall JC, Bird AR, Azari MF. Foot posture, leg length discrepancy and low back pain--their relationship and clinical management using foot orthoses--an overview. *Foot Edinb Scotl*. 2014;24(2):75-80. DOI: 10.1016/j.foot.2014.03.004.
- Anukoolkarn K, Vongsirinavarat M, Bovonsunthonchai S, Vachalathiti R. Plantar pressure distribution pattern during mid-stance phase of the gait in patients with chronic non-specific low back pain. *J Med Assoc Thai Chot-maihet Thangphaet*. 2015;98(9):896-901.
- Lee JH, Fell DW, Kim K. Plantar pressure distribution during walking: Comparison of subjects with and without chronic low back pain. *J Phys Ther Sci*. 2011;23(6):923-6. DOI: 10.1589/jpts.23.923.
- Lafuente Sotillos G, González Úbeda R, Munuera Martínez PV. El hallux limitus. En: *El primer radio. Biomecánica y ortopodología*. 1ª ed. Santander: Exa Editores; 2012. p. 179-204.
- Farahpour N, Jafarnejhad A, Damavandi M, Bakhtiari A, Allard P. Gait ground reaction force characteristics of low back pain patients with pronated foot and able-bodied individuals with and without foot pronation. *J Biomech*. 2016;49(9):1705-10. DOI: 10.1016/j.jbiomech.2016.03.056.
- Castro-Méndez A, Palomo-Toucedo IC, Pabón-Carrasco M, Ramos-Ortega J, Díaz-Mancha JA, Fernández-Seguín LM. Custom-made foot orthoses as non-specific chronic low back pain and pronated foot treatment. *Int J Environ Res Public Health*. 2021;18(13):6816. DOI: 10.3390/ijerph18136816.
- Koch C, Hänsel F. Chronic non-specific low back pain and motor control during gait. *Front Psychol*. 2018;9:2236. DOI: 10.3389/fpsyg.2018.02236.
- Müller R, Ertelt T, Blickhan R. Low back pain affects trunk as well as lower limb movements during walking and running. *J Biomech*. 2015;48(6):1009-14. DOI: 10.1016/j.jbiomech.2015.01.042.