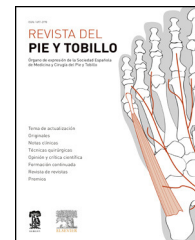




REVISTA DEL PIE Y TOBILLO

www.elsevier.es/rptob



ORIGINAL

La importancia del estudio radiológico en la fisiopatología y pronóstico del *hallux rigidus*☆

Pierluigi Di Felice Ardente*, Jordi Codina Santolaria,
Magda Edo Llobet, Miguel Angel Marín Cop y Manel De La Rosa Fernandez

Xarxa Asistencial Universitaria Althaia-Hospital Sant Joan de Déu Manresa, Barcelona, España

Recibido el 1 de agosto de 2014; aceptado el 9 de septiembre de 2015

Disponible en Internet el 23 de noviembre de 2015

PALABRAS CLAVE

Radiología;
Hallux rigidus;
Etiología

Resumen

Introducción: Se han descrito en la literatura múltiples opciones de tratamiento para la corrección del *hallux rigidus*. Sin embargo, todavía no se conoce bien la etiología y el mecanismo de producción de este tipo de afección.

Material y métodos: Hemos realizado un estudio de casos y controles para evaluar la relevancia de 6 parámetros radiológicos específicos en una muestra de 164 pies, comparando sujetos sanos con pacientes que presentan la deformidad. Los parámetros analizados fueron: la longitud del primer metatarsiano (i) y de la falange proximal del primer dedo (ii), el ángulo intermetatarsal (iii), la elevación del primer metatarsiano respecto al segundo (iv), el radio de curvatura del primer metatarsiano (v) y su distancia al sesamoideo medial (vi).

Resultados: Solo hemos encontrado diferencias estadísticamente significativas en 3 parámetros: la longitud del primer metatarsiano, su elevación respecto al segundo y el radio de curvatura de su cabeza. En los demás parámetros analizados no se encontraron diferencias entre los 2 grupos.

Conclusiones: Los resultados demuestran la necesidad de revisar el papel de diversos parámetros radiológicos en la etiología del *hallux rigidus*. La búsqueda e identificación de estos parámetros nos proporciona una herramienta para entender la causa de esta enfermedad. Además, estos parámetros pueden representar factores a considerar al realizar un tratamiento quirúrgico.

© 2015 SEMCPT. Publicado por Elsevier España, S.L.U. Este es un artículo Open Access bajo la licencia CC BY-NC-ND (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>).

☆ Premio Dr. Antonio Viladot a la mejor comunicación de la Mesa de Residentes del 36 Congreso Nacional de la Sociedad Española de Medicina y Cirugía del Pie y Tobillo (SEMCPT), celebrado en Castelldefels los días 12-14 de junio de 2014.

* Autor para correspondencia.

Correo electrónico: gigidfa@alice.it (P. Di Felice Ardente).

KEYWORDS

Radiology;
Hallux rigidus;
Aetiology

The importance of the radiological study in the pathophysiology and prognosis of hallux rigidus

Abstract

Introduction: Multiple treatment options have been described in the literature for the correction of hallux rigidus. What is still far from understood, is the aetiology and mechanism of production of this kind of pathology.

Material and methods: We have conducted a case-control study, to assess the relevance of six specific radiological parameters in a sample of 164 feet, comparing healthy subjects with patients presenting the deformity. The parameters analysed were: the length of the first metatarsal (I) and the proximal phalanx of the hallux (II), the intermetatarsal angle (III), the elevation of the first metatarsal with respect to the second (IV), the radius of curvature of its head (V) and its distance from the medial sesamoid (VI).

Results: We observed statistically significant differences in only three of them: the length of the first metatarsal, his elevation with respect to the second and the radius of curvature of its head. All the other parameters analysed were not different between the two groups.

Conclusions: The results demonstrate the need to review the role of a series of radiological parameters in the aetiology of hallux rigidus. Research and identification of these parameters gives us a tool to understand the cause of this disease. Finally they could represent factors to consider when performing a surgical treatment.

© 2015 SEMCPT. Published by Elsevier España, S.L.U. This is an open access article under the CC BY-NC-ND license (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>).

Introducción

Cotterill¹, en 1887, describió por primera vez la existencia de esta deformidad, definida inicialmente como *hallux flexus* por Davies-Colley². Clínicamente se presenta con dolor y limitación a la movilidad del primer dedo, especialmente en flexión dorsal, a causa de la degeneración artrósica al nivel de la primera articulación metatarsofalángica^{3,4}. En la actualidad no existe consenso en cuanto a su causa, a pesar de haberse descrito múltiples factores relacionados⁵.

Como afirmó Beeson⁶ «las mediciones objetivas forman la base del proceso científico y son críticas para la comprensión de un cambio patológico». A tal propósito, muchos autores en el pasado han analizado la implicación de una serie de parámetros radiológicos en la etiología del *hallux rigidus*. Los resultados son controvertidos debido, sobre todo, al uso de métodos de medición no estandarizados. Más claro, en cambio, parece ser el papel de una serie de factores extrínsecos.

Davies-Colley fue el primero en relacionar los microtraumatismos de repetición con el desarrollo de esta enfermedad². Secuelas de cirugías, enfermedades metabólicas como la gota, la artritis reumatoidea y la osteocondritis disecante también representan factores a tener en consideración^{7,8}. De la misma forma, las partes blandas también se han visto implicadas en el mecanismo de producción del *hallux rigidus*⁹. Una tensión excesiva de la fascia plantar¹⁰ y la fibrosis progresiva del tendón flexor *hallucis longus* (FHL) en su unión miotendinosa¹¹, representan factores causales ampliamente estudiados en la literatura. En definitiva, la hipótesis más probable es que la rigidez al nivel de la primera articulación metatarsofalángica sea el resultado de factores causales extrínsecos en un pie que ya presenta alteradas una serie de características anatómicas. Por este motivo, creemos que es fundamental el estudio radiológico y la valoración de toda una serie

de parámetros que podrían favorecer el tratamiento y el pronóstico del *hallux rigidus*.

El objetivo de nuestro estudio es analizar cuáles son los parámetros radiológicos, que en nuestra serie se relacionan directamente con la aparición de la deformidad.

Material y método

Hemos realizado un estudio retrospectivo de casos y controles sobre una muestra de 164 pies (89 pacientes), clasificándolos en 2 grupos: 82 pies (55 pacientes) con diagnóstico de *hallux rigidus* (primer grupo) y 82 pies (41 pacientes) asintomáticos y sin signos radiológicos indicativos de *hallux rigidus* (segundo grupo). Inicialmente hemos seleccionados, desde nuestra base de datos, los pacientes diagnosticados de *hallux rigidus* en los últimos 6 años, obteniendo un total de 82 casos. Secundariamente hemos formado el grupo de controles seleccionando de manera casual 82 radiografías en carga (frente y perfil) de pacientes que no presentaban la deformidad, ni dolor y/o limitación funcional a nivel del hallux.

La asignación al grupo de casos se ha realizado en función de los siguientes criterios: espacio articular < 2 mm en la proyección de frente, presencia de osteofitos al nivel de la primera articulación metatarsofalángica y diagnóstico clínico registrado en el historial del paciente. Según la clasificación de Regnault, 8 pies presentaban un grado I, 33 pies presentaban un grado II y los restantes 41 presentaban un grado III.

El estudio radiográfico se realizó en todos los pacientes en carga y en 2 proyecciones (anteroposterior y perfil), haciéndolo antes de la cirugía en los casos que posteriormente se intervenirían. En los pacientes que presentaban *hallux rigidus* bilateral el estudio ha sido realizado en ambos pies.

En todos los pacientes se estudiaron los siguientes parámetros radiológicos: longitud del primer metatarsiano (LPM), longitud de la falange proximal del hallux, ángulo intermetatarsiano, elevación del primer metatarsiano respecto al segundo (MPE) y radio de curvatura de su cabeza (RC). Además, hemos analizado la presencia de anomalías morfológicas de los sesamoideos y el grado de desplazamiento del primer metatarsiano con respecto al sesamoideo medial (SSM). Todas las mediciones han sido realizadas utilizando el programa de radiografías de nuestro hospital, y para el cálculo del radio de curvatura, se usó el software Autocad 2009.

Longitud del primer metatarsiano y longitud de la falange proximal del hallux

Estos 2 parámetros han sido calculados utilizando el método descrito por Munuera et al.¹². La LPM se calcula trazando una línea desde el extremo distal de la cabeza del metatarsiano hasta el punto de intersección con otra línea que conecta los extremos proximales (medial y lateral) de la base (fig. 1).

La longitud de la falange proximal del hallux se calcula de manera parecida, trazando una línea desde el punto medio entre los extremos distales de la falange proximal hasta la intersección con el punto medio entre los extremos proximales de la base de la falange (fig. 2).

Ángulo intermetatarsiano

Es el ángulo formado por la intersección del eje del primer metatarsiano con el eje del segundo metatarsiano.

Radio de curvatura de la cabeza del primer metatarsiano

El RC se ha calculado utilizando el método descrito por Stein¹³. Las mediciones se han realizado utilizando una distancia base de 5 mm, sirviendo esta como escala. Se traza una línea transversal en la cabeza del primer metatarsiano, uniendo los bordes medial y lateral, y a continuación se trazan 2 líneas a través de los puntos más ventral y dorsal de las



Figura 1 Método de cálculo de la longitud del primer metatarsiano.



Figura 2 Método de cálculo de la longitud de la falange proximal del hallux.

superficies articulares medial y lateral de la base del metatarsiano. Desde este punto se traza la bisectriz del ángulo formado por las 2 líneas anteriores. Finalmente, se calcula el eje longitudinal anatómico y el radio de curvatura (fig. 3).

En relación con el RC, como ha sido descrito por Stein et al.¹³, hemos utilizado una escala de regresión logística binaria, siendo así capaces de predecir la probabilidad de desarrollar un *hallux rigidus* dependiendo de este parámetro. La variable dicotómica es representada por el diagnóstico de osteoartritis, mientras la variable independiente es el RC de la cabeza del primer metatarsiano.

Elevación del primer metatarsiano respecto al segundo (*metatarsus primus elevatus*)

Para medir la elevación del primer metatarsiano en relación con el segundo se ha utilizado el método descrito por Bouaicha et al.¹⁴. Se comienza dibujando un círculo en la



Figura 3 Esquema de cálculo del radio de curvatura (1. línea transversal en la cabeza del primer metatarsiano uniendo los bordes medial y lateral; 2. bisectriz de 2 líneas que unen los puntos más ventral y dorsal de las superficies articulares medial y lateral de la base del metatarsiano; 3. eje longitudinal anatómico; 4. radio de curvatura).



Figura 4 Método de cálculo de la elevación del primer metatarsiano respecto al segundo.

cabeza del primer metatarsiano, haciendo que sea lo más congruente posible con la superficie articular. Después se traza una línea paralela a la cortical dorsal del primer metatarsiano. En el punto más proximal, donde esta línea cruza el círculo, se traza otra perpendicular que atraviesa la cortical dorsal del segundo metatarsiano. La distancia entre los 2 puntos, donde la línea perpendicular cruza las 2 corticales dorsales, representa el MPE (fig. 4).

Anomalías morfológicas de los sesamoideos y grado de desplazamiento del primer metatarsiano respecto al sesamoideo medial

Se ha analizado la morfología de los sesamoideos diferenciando prototipos normales, irregulares/hipertróficos y bipartidos. Se ha calculado también el grado de desplazamiento del primer metatarsiano con respecto al sesamoideo medial, como describieron Beeson et al.⁶. Se traza una línea tangente al vértice de la cabeza del primer metatarsiano y otra tangente al vértice superior del sesamoideo medial. La distancia entre las 2 en milímetros representa el grado de desplazamiento que vamos a medir (fig. 5).



Figura 5 La distancia entre el sesamoideo medial y la cabeza del primer metatarsiano.

Después de recoger todos los datos, se ha realizado un análisis estadístico de todos los valores correspondientes a cada parámetro en estudio.

El objetivo es valorar si existen diferencias estadísticamente significativas entre los 2 grupos, en relación con estos parámetros radiológicos. De esta manera, podremos saber cuál de ellos puede representar un factor a tener en cuenta a la hora de valorar a pacientes con diagnóstico de sospecha de *hallux rigidus*.

Las variables categóricas se muestran como valor absoluto y frecuencia relativa. Las variables continuas se muestran con la media, la desviación estándar y el rango. Para la comparación de medias se utilizó el test de la U de Mann-Whitney. El nivel de significación estadística fue del 5% bilateral ($p < 0,05$). Para el análisis estadístico se utilizó el programa IBM® SPSS® Statistics para Windows v.20 (IBM Corporation, Armonk, New York, EE. UU.).

Resultados

El grupo de pacientes con *hallux rigidus* estuvo formado por 20 hombres y 35 mujeres con una edad media de 59 años. En el 74,54% de los casos la afección fue bilateral. El grupo control incluyó 20 hombres y 21 mujeres, con una edad media de 54 años. No hubo diferencias estadísticamente significativas en la lateralidad entre los pacientes de los 2 grupos.

La tabla 1 muestra la media, la desviación estándar y el rango de los parámetros en estudio, con el nivel de significación estadística relativo a cada uno de ellos.

Los parámetros radiológicos en los que hubo diferencias estadísticamente significativas ($p < 0,05$) entre los grupos del estudio fueron los siguientes: LPM, MPE y RC de la cabeza del primer metatarsiano. Estos 3 parámetros presentaron valores más altos en el grupo de casos, comparado con el grupo de pacientes no diagnosticados de *hallux rigidus*.

En relación con el radio de curvatura, utilizando una escala de regresión logística binaria, la probabilidad de desarrollar un *hallux rigidus* se puede observar en la figura 6.

Discusión

La etiología del *hallux rigidus* es un tema de amplio debate en la literatura científica, en cuanto a que muchos factores parecen desempeñar un papel importante en ella. Todavía

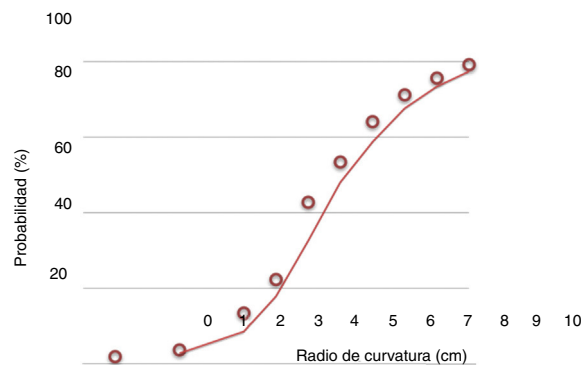


Figura 6 Probabilidad de desarrollar un *hallux rigidus*, en valores absolutos, dependiendo del radio de curvatura.

Tabla 1 Medias, desviaciones estándar y rangos de los 6 parámetros radiológicos en estudio en los 2 grupos de pacientes

Variable	<i>Hallux rigidus</i> (n = 82)			No <i>hallux rigidus</i> (n = 82)		
	Media	DS	Rango	Media	DS	Rango
LPM*	65,5	4,5	53-78	55,8	5,1	48-68
LFPH	31,8	4,2	19-42	31,7	3,8	19-42
AIM	11,6	1,7	8-16	11,4	1,2	9-15
RC [†]	7,8	1,6	6-9	4,9	1,3	2-6
MPE*	6,5	1,5	3-11	2,9	1,5	1-7
SSM	5,8	2,1	1-12	5,7	2,2	1-12

AIM: ángulo intermetatarsiano; DS: desviación estándar; LFPH: longitud falange proximal hallux; LPM: longitud primer metatarsiano; MPE: metatarsus primus elevatus (grado de elevación del primer metatarsiano respecto al segundo); RC: radio de curvatura cabeza primer metatarsiano; SSM: distancia entre el primer metatarsiano y el sesamoideo medial.

* p < 0,05.

no se han identificado qué factores pueden ser determinantes a la hora de producir la deformidad. Lo que parece cierto es que se produce un aumento de presión a nivel de la articulación metatarsofalángica del hallux^{8,15} que, con el tiempo, provoca cambios degenerativos artrósicos y una reducción de la movilidad. Falta entender qué es lo que determina, desde un punto de vista anatómico y biomecánico, esta hiperpresión articular, lo que permitiría actuar de manera más dirigida a la hora de tratar esta enfermedad, tanto desde un punto de vista quirúrgico como ortopédico. A tal propósito se han publicado muchos estudios dirigidos a individualizar una serie de parámetros radiológicos estándar y a calcular su prevalencia en pacientes con *hallux rigidus*^{6,16,17}. Discutimos los de más relevancia a continuación.

Longitud del primer metatarsiano

La mayoría de autores está de acuerdo en afirmar que la LPM representa un factor causal importante en el *hallux rigidus*^{6,18}. Por el contrario, Zgonis et al.¹⁹ creen que este parámetro no contribuye a determinar la rigidez articular, afirmando que las técnicas quirúrgicas que actúan sobre la LPM no tienen un criterio lógico^{20,21}.

Calvo et al.¹⁸ proponen un nuevo método para medir el parámetro, calculando el índice entre la longitud del pie, la LPM y de la falange proximal. Afirman que es un método mucho más preciso para este tipo de medición y están de acuerdo en afirmar que la LPM está implicada en la etiopatogénesis del *hallux rigidus*. Nosotros, de acuerdo con nuestros resultados, compartimos esta opinión y creemos que el estudio radiológico de este parámetro es necesario en todos los casos.

Elevación del primer metatarsiano respecto al segundo (*metatarsus primus elevatus*)

Lambrinudi, en el 1938, fue el primero en considerar el *metatarsus primus elevatus* como posible factor causal del *hallux rigidus*. Su papel en la etiopatogénesis de la enfermedad sigue siendo un tema de controversia.

Mientras que muchos autores creen que pueda representar un factor etiológico importante²²⁻²⁴, otros no están de acuerdo con tal hipótesis^{25,26}. Los que creen que el MPE es la causa del *hallux rigidus* recomiendan también una

serie de osteotomías del primer metatarsiano^{27,28}. Bouaicha et al.¹⁴ proponen una nueva forma de medir la elevación del primer metatarsiano, observando que valores superiores a 5 mm representan un factor predictivo para el *hallux rigidus*. Nosotros hemos adoptado la fórmula descrita por Bouaicha, observando también que la mayoría de pacientes con *hallux rigidus* presentaban valores del MPE superiores a 5 mm. Pensamos, por lo tanto, que es un parámetro que necesita ser analizado de manera constante.

Radio de curvatura de la cabeza del primer metatarsiano

Se han descrito múltiples variaciones en la forma de la cabeza del primer metatarsiano, relacionándolas con la aparición de rigidez articular. Stein et al.¹³ calcularon el RC de su cabeza, observando que los valores más elevados de este parámetro eran directamente proporcionales a un mayor riesgo de padecer *hallux rigidus*. En nuestro estudio, utilizando la misma metodología, llegamos a la misma conclusión, viendo que el RC presenta valores más elevados en pacientes con *hallux rigidus*. Sería, por lo tanto, otro parámetro a tener en cuenta a la hora de realizar el estudio radiológico de la deformidad.

Conclusiones

En el estudio radiográfico del *hallux rigidus* la LPM, el MPE y el RC de la cabeza del primer metatarsiano son de utilidad y podrían dar pistas de su posible implicación en la etiología de la deformidad. En la misma línea, deberían considerarse para la individualización del tratamiento y mejorar sus resultados.

Conflicto de intereses

Los autores declaran no tener ningún conflicto de intereses.

Bibliografía

1. Cotterill JM. Condition of stiff toe in adolescence. *Edinb Med J.* 1887;33:459.
2. Davies-Colley JNC. Contraction of the metatarsophalangeal joint of the great toe. *Br Med J.* 1887;1:728.

3. Shereff MJ, Baumhauer JF. Hallux rigidus and osteoarthritis of the first metatarsophalangeal joint. *J Bone Joint Surg Am*. 1998;80-A:898-908.
4. Bingold AC, Collins DH. Hallux rigidus. *J Bone Joint Surg Br*. 1950;32-B:214-22.
5. Jack EA. The aetiology of hallux rigidus. *Br J Surg*. 1940;27:492-7.
6. Beeson P, Phillips C, Corr S, Ribbans WJ. Cross-sectional study to evaluate radiological parameters in hallux rigidus. *Foot (Edinb)*. 2009;19:7-21.
7. Camasta CA, Pitts TE, Corey SV. Bilateral osteochondritis dissecans of the first metatarsophalangeal joint. *J Am Podiatr Med Assoc*. 1994;84:297-310.
8. Viladot A. Síndrome de sobrecarga del primer radio (SS 1.º) En: Viladot, A., editor. *Patología del antepié*. Barcelona: Torray; 1981. p. 161-73.
9. Asunción Marquez J, Martín Oliva X. Hallux rigidus: etiología, diagnóstico, clasificación y tratamiento. *Rev Esp Cir Ortop Traumatol*. 2010;54:321-8.
10. Chen DW, Li B, Aubeeluck A. Anatomy and biomechanical properties of the plantar aponeurosis: A cadaveric study. *J Bone Joint Surg Br*. 2014;96:e84347.
11. Kirane YM, Michelson JD, Sharkey N. A contribution of the flexor hallucis longus to loading of the first metatarsal and first metatarsophalangeal joint. *Foot Ankle Int*. 2008;29:367-77.
12. Munuera P, Polo J, Rebollo J. Length of the first metatarsal and hallux in hallux valgus in the initial stage. *Int Orthop*. 2008;32:489-95.
13. Stein G, Pawel A, Koebke J. Morphology of the first metatarsal head and hallux rigidus: A cadaveric study. *Surg Radiol Anat*. 2012;34:589-92.
14. Bouaicha S, Ehrmann C, Moor BK. Radiographic analysis of metatarsus primus elevatus and hallux rigidus. *Foot Ankle Int*. 2010;31:807-14.
15. Flavin R, Halpin T, O'Sullivan R. A finite-element analysis study of the metatarsophalangeal joint of the hallux rigidus. *J Bone Joint Surg Br*. 2008;90:1334-40.
16. Besse JL, Maestro M, Berthonnard E. Radiological morphology of the «normal» forefoot: Semi-automotive measurements with footlog. *J Bone Joint Surg*. 2002;84-B Suppl 1:32.
17. Coughlin MJ, Shurnas PS. Hallux rigidus: Demographics, etiology, and radiographic assessment. *Foot Ankle Int*. 2003;24:731-43.
18. Calvo A, Viladot R, Giné J, Alvarez F. The importance of the length of the first metatarsal and the proximal phalanx of hallux in the etiopathogeny of the hallux rigidus. *Foot Ankle Surg*. 2009;15:69-74.
19. Zgonis T, Jolly GP, Garbalosa JC. The value of radiographic parameters in the surgical treatment of hallux rigidus. *J Foot Ankle Surg*. 2005;44:184-9.
20. Viegas G. Reconstruction of hallux limitus deformity using a first metatarsalsagittal-Z osteotomy. *J Foot Ankle Surg*. 1998;37:204-11.
21. Haddad SL. The use of osteotomies in the treatment of hallux limitus and hallux rigidus. *Foot Ankle Int*. 2000;5:629-61.
22. Bonney G, MacNab I. Hallux valgus and hallux rigidus: A critical survey of operative results. *J Bone Joint Surg Br*. 1952;34-B:366-85.
23. Cohn I, Kanat IO. Functional limitation of motion of the first metatarsophalangeal joint. *J Foot Surg*. 1984;23:477-84.
24. Cavolo DJ, Cavalloro DC, Arrington LE. The waterman osteotomy for hallux limitus. *J Am Podiatry Assoc*. 1979;69:52-7.
25. Bryant A, Tinley P, Singer K. A comparison of radiographic measurements in normal, hallux valgus, and hallux limitus feet. *Foot Ankle Surg*. 2000;39:39-43.
26. Horton GA, Park YW, Myerson MS. Role of metatarsus primus elevatus in the pathogenesis of hallux rigidus. *Foot Ankle Int*. 1999;20:777-80.
27. Drago JJ, Oloff L, Jacobs AM. A comprehensive review of hallux limitus. *J Foot Surg*. 1984;23:213-20.
28. Geldwert JJ, Rock GD, McGrath MP, Mancuso JE. Cheilectomy: Still a useful technique for grade I and grade II hallux limitus/rigidus. *J Foot Surg*. 1992;31:154-9.