

“Hallux Rigidus”

Artropatía degenerativa metatarsofalángica del primer radio

PROPUESTA TERAPÉUTICA

OSTEOTOMÍAS DE WATERMANN-DIEBOLD + AKIN MODIFICADAS

AUTORES

Dr. Juan Pablo Sierra *1, Dr. Mario Copas Gorena*1,
Dr. Gabriel Omar Ferrero*1,2

*1: Swiss Medical Center, C.A.B.A., Argentina.

*2: Traumatología Centenario, C.A.B.A., Argentina.

CORRESPONDENCIA

Dr. Juan Pablo Sierra
Swiss Medical Center
Av. Pueyrredón 1443, C.A.B.A.
5239-7561/jpsierra79@gmail.com

RESUMEN

El hallux rígido es una afección de la articulación metatarsofalángica (MTF) del primer radio con limitación de la dorsiflexión, que evoluciona hacia la artrosis y la disfunción global del antepié. Frecuentemente afecta a población adulta joven y deportista.

En la presente evaluación, proponemos como objetivo exponer los resultados a corto y mediano plazo del tratamiento en estadios I y II combinando una doble osteotomía: distal metatarsiana (Watermann – Diebold), que libera el bloqueo dorsal y de la falange proximal del hallux (Akin de acortamiento), que descomprime axialmente el radio sin crear una insuficiencia de propulsión, posibilitando el retorno deportivo.

Materiales y métodos: Se utilizó la clasificación clínico-radiológica de Regnaud para estatificar la enfermedad. Se realizó osteotomía distal metatarsiana a cuña sustractiva dorsal (Watermann-Diebold) combinada con una osteotomía proximal de la primera falange (Akin de acortamiento), fijadas con tornillos canulados de doble rosca. Se hicieron controles radiográficos en el postoperatorio inmediato, a las tres, seis y doce semanas y al año. La evaluación funcional se basó en el Score AOFAS aplicado a las articulaciones metatarsofalángica e interfalángica del hallux.

Resultados: Se evaluaron a 8 pacientes deportistas recreacionales tratados entre abril de 2009 y febrero de 2011, con un seguimiento entre 7 y 29 meses. La edad media fue de 42 años (entre 33 y 55 años), 5 mujeres y 3 varones. Los deportes que practicaban eran fútbol en el caso de los varones y corredores de fondo y medio fondo las mujeres. De los 8 pacientes, 3 fueron clasificados como grado I, y 5 como grado II.

El score AOFAS preoperatorio fue de 65 puntos y el postoperatorio de 78.80. Con una $p=0.001$ y un intervalo de

confianza 95% (9.17 – 21.07). Traducido clínicamente en una moderada recuperación en la excursión articular y reducción del dolor. Todos se reintegraron a la actividad deportiva.

Conclusión: Si bien es una serie pequeña, la combinación de las osteotomías de Watermann-Diebold y Akin para pacientes adultos jóvenes deportistas en estadios I y II Regnaud, descarga axialmente el primer rayo, disminuye el bloqueo dorsal mejorando la movilidad, alivia el dolor y permite la reincorporación a la práctica deportiva.

Palabras claves: Hallux rígido; artrosis metatarsofalángica, osteotomía

ABSTRACT

Hallux rigidus is a condition of the metatarsophalangeal joint (MTF) of the first radio that affects dorsiflexion, which evolves into osteoarthritis and global dysfunction of the forefoot. Often affects young adults that perform sports.

In this preliminary evaluation, the objective is to present short and mid term results of treatment of this condition in stages I and II combining a double osteotomy: distal metatarsal (Watermann - Diebold), which releases the lock and dorsal proximal phalanx of the hallux (Akin shortening), which decompresses the radius axially without creating a drive failure, allowing the return sports.

Materials and Methods: *We used Regnaud's clinical and radiological classification. Distal metatarsal osteotomy was carved to subtractive dorsal wedge (Watermann-Diebold) combined with a proximal osteotomy of the first phalanx (Akin shortening), fixed with cannulated screws with double thread. Radiographic controls were made in the immediate postoperative period, at three, six and twelve weeks and a year. Functional assessment was based on the AOFAS Score applied to metatarsophalangeal and interphalangeal joint of the hallux.*

Results: *8 patients were treated between april 2009 and february 2011, with 7 to 29 months of follow up. The mean age was 42 years (between 33 and 55), 5 females and 3 males. The sports that were practiced soccer for boys and*

runners and women middle distance. Of the 8 patients, 3 were classified as grade I, and 5 as grade II.

The AOFAS score was 65 points preoperatively and postoperatively to 78.80, $p = 0.001$ y IC95 (9.17 - 21.07). Translated in a moderate clinically recovery, the increase of articular excursion and pain reduction. All returned to sports.

Conclusion: The combination of the Diebold-Watermann osteotomy and Akin for young adult patients that perform sports in stage I or II of Regnaud's classification, decrease the axial compression of the first ray, decreases dorsal blocking improving mobility, relieve pain and allow return to sport.

INTRODUCCIÓN

La afección dolorosa de la articulación metatarsofalángica del primer radio (MTF M1) asociada a la limitación de la movilidad articular, principalmente en el rango de dorsiflexión, se conoce como hallux rigidus (J.M. Cotterill, 1888). Es una enfermedad frecuente del antepié siguiendo en frecuencia al hallux valgus como causa de metatarsalgia central y lateral. (1) Afecta principalmente a adultos jóvenes y los primeros síntomas pueden manifestarse desde la adolescencia, al no detectarse precozmente, conduce al deterioro articular que habitualmente observamos en el adulto (estadio estructurado). Esta patología presenta componentes morfológicos y patológicos los cuales parecen residir en el ángulo de declinación del primer metatarsiano, así como en la orientación y morfología de la carilla articular. Progresivamente se va desarrollando una deformidad a partir de un primer metatarsiano elevado que conduce a la hiperextensión de la metatarsofalángica, la dorsiflexión de la interfalángica y la supinación del pie que tiene como consecuencia el dolor secundario en los rayos peroneales. Luego se agrega la metatarsalgia del segundo rayo debido a la insuficiencia mecánica del hallux y por último una podalgia global consecuencia de un despegue ineficiente o inexistente (2).

Del análisis de las deformidades angulares del primer rayo surge, que aquellas que cursan con mayores valores, valgo severo, coexisten con una carilla articular bicondílea de morfología similar a los rayos menores, la cual no impide la angulación lateral. Siendo el deterioro del cartílago articular, osteoartritis, poco significativo aún en los casos más severos. En contraposición los pacientes con hallux rigidus presentan limitación de la movilidad pasiva en estadios tempranos, mayormente en la extensión así como en la flexión y de la movilidad lateral, dando una sensación de bloqueo articular.

También son comunes los cuadros de artropatía mecánica en estadios iniciales del hallux rigidus, que por lo general afectan a deportistas jóvenes, especialmente futbolistas, que presentan degeneración precoz del cartílago. El motivo de consulta habitual es el dolor en la MTF precedida o no de un evento traumático. En estos pacientes la epífisis del primer metatarsiano es prominente hacia dorso y dolorosa a la palpación. Las radiografías simples antero-posteriores suelen mostrar una carilla plana o en silla de montar, an-

gulosos en sus extremos laterales, un primer rayo corto y el complejo sesamoideo de inserción distal. A este complejo algunos autores anglosajones lo definen como síndrome de Morton (3) considerándolo la etiología de la metatarsalgia del segundo rayo. En las proyecciones lateral y oblicua se observa un borde dorsal que exacerbado y en los casos avanzados un osteofito marginal. (4,5)

En los últimos 25 años se ha puesto énfasis en el uso de las osteotomías correctoras en metatarsianos y falanges para diversas deformidades del antepié, hallux valgus, antepié en garra, fórmula disarmónica, pie cavo, etc. Pero los resultados obtenidos en pacientes con patología degenerativa aun resultan inciertos y poco reproducibles. Las prótesis, que proveen un buen resultado funcional a corto plazo, aún no han tenido éxito en esta articulación debido al rápido aflojamiento mecánico. (6)

El presente trabajo es un reporte de una pequeña serie de pacientes en los que se realizó una técnica novedosa, una doble osteotomía: distal metatarsiana (Waterman-Diebold modificada) más una osteotomía de Akin, realizándose un seguimiento a corto y mediano plazo.

MATERIAL Y MÉTODO

Se evaluaron los pacientes clínica y funcionalmente con el score de AOFAS(7) y se obtuvieron Rx. simples antero-posterior con apoyo plantar focalizadas en el segundo rayo, donde se pone de manifiesto la fórmula metatarsal y la hipertrofia cortical del segundo metatarsiano, expresión de la insuficiencia mecánica del hallux. También se realizaron incidencias oblicua lateral y perfil con carga. En esta última resulta sumamente útil la medición del ángulo de declinación, entre 20° y 25°, que pone de manifiesto la horizontalización del radio (metatarso primus elevatus).

Los pacientes fueron estadificados mediante la clasificación clínico-radiológica de Regnaud (figura 1) (8,9).

Luego de la intervención se realizaron controles radiológicos en el postoperatorio inmediato, a las tres, seis semanas y doce semanas y al año. Así como también se evaluó nuevamente con el score de AOFAS.

Técnica quirúrgica: Paciente en decúbito dorsal, con manguito hemostático. Se realiza un abordaje medial longitudinal se exponen la parte distal de M1 y la falange proximal. Se talla una osteotomía distal metatarsiana a cuña sustractiva dorsal (Watermann-Diebold)(10) (figura 5 y 6), combinada con una osteotomía proximal de la primer falange, Akin de acortamiento (11,12) (figura 7), donde se realiza una resección de 2-3 mm (figura 8). Se fijan las osteotomías con tornillos canulados de doble rosca (Barouk o similar) (figura 9 y 10). Cierre por planos y contención en un vendaje simple de antepié.

Manejo postoperatorio: el tiempo de internación no superó las 24 hs. Los puntos de sutura se retiraron entre los 18 y 20 días posteriores a la operación. Resulta perentorio que

el propio paciente inicie la movilización activa y pasiva del hallux en forma temprana.

Al décimo día postoperatorio se autorizó la carga parcial con ortesis de marcha de caña alta y vendaje elástico y al día 25, la carga total con zapatillas o calzado amplio y cómodo. En esta etapa se inició la fisiokinesioterapia, magnetoterapia, movilización activa/asistida del hallux, fortalecimiento del sistema talo-aquileo-plantar, propiocepción y reeducación de la marcha.

RESULTADOS

Se evaluaron a 8 pacientes deportistas recreacionales tratados entre abril de 2009 y febrero de 2011, con un seguimiento entre 7 y 29 meses. La edad media fue de 42 años (entre 33 y 55 años), 5 mujeres y 3 varones. Los deportes que practicaban eran fútbol en el caso de los varones y corredores de fondo y medio fondo las mujeres. De los 8 pacientes, 3 fueron clasificados como grado I, y 5 como grado II.

El score AOFAS preoperatorio (Tabla 1) fue de 65 puntos y el postoperatorio de 78.80 (Tabla 2). Con una $p=0.001$ y un intervalo de confianza 95% (9.17 – 21.07). Traducido clínicamente en una moderada recuperación en la excursión articular y reducción del dolor. Todos se reintegraron a la actividad deportiva.

DISCUSIÓN

La articulación MTF M1 es una condiloartrosis. Presenta dos ejes de movimiento: uno vertical (movimientos de abducción –peroneal- y aducción –tibial-) y otro transversal (flexión plantar y dorsiflexión). La epífisis distal M1 es ligeramente aplanada transversalmente con una carilla lisa y uniforme más extensa en su región plantar. La cavidad glenoidea de la falange está ensanchada hacia abajo y atrás por el fibrocartilago glenoideo. Esta primera articulación difiere de las otras cuatro en que el fibrocartilago contiene en su espesor dos huesos sesamoideos, uno interno (tibial) y otro externo (peroneal), que labran en la epífisis dos surcos de dirección axial. Cada uno de estos surcos reviste la forma de una pequeña polea por la que desliza el sesamoideo correspondiente en la flexoextensión. Ambos sesamoideos están unidos entre sí por el grueso ligamento interesamoideo y a la epífisis del primer metatarsiano y a la base de la falange proximal por el fibrocartilago (13).

El sesamoideo interno recibe inserciones del fascículo interno del Flexor corto, del Abductor del hallux y de la cápsula articular interna. El externo, por su parte, del fascículo externo del Flexor corto, de los fascículos oblicuo y transversal del Aductor del hallux, y de la porción profunda del ligamento intermetatarsiano transversal que lo relaciona con el cuello del segundo metatarsiano. (7)

Durante el período propulsivo de la marcha normal se precisa de 70° de excursión dorsal para que el hallux actúe como órgano propulsor efectivo. Treinta grados corresponden a la excursión

de la MTF, y el resto depende de la elevación pasiva del primer rayo. (14)

El paciente con hallux rígido presenta entonces un defecto en la marcha que se traduce en una traslación ponderal a los metatarsianos vecinos y una marcha en supinación y rotación externa de acuerdo al grado de afectación articular. (7, 12)

La bibliografía que aborda el tema es extensa. Numerosos autores reconocen causas variadas como traumatismos, desórdenes congénitos, afecciones metabólicas, trastornos vasculares y el papel que desempeña la longitud axial del primer radio, (4,15,16) todos elementos que conducen a cambios degenerativos progresivos en la articulación. Sin embargo, existe consenso en el factor biomecánico constitucional predisponente: hiper movilidad del primer radio, una fórmula metatarsal index plus y primordialmente un metatarsus primus elevatus de origen funcional o estructural. (17,18)

El individuo portador de metatarsus primus elevatus, coloca el eje longitudinal del primer rayo en posición dorsal respecto a la falange proximal, con la inevitable limitación (bloqueo) de la dorsiflexión. Las fuerzas compresivas axiales y cizallantes que se ejercen sobre la pequeña superficie cartilaginosa sumadas a los microtraumatismos originados en las fuerzas retrógradas que el hallux padece contra la punta del calzado durante la marcha, van conformando progresivamente el sustrato anatomopatológico que caracteriza al hallux rígido: erosiones cartilaginosas, aplanamiento de la articulación y cambios reactivos óseos periarticulares secundarios, esclerosis ósea y osteofitosis marginal. (17, 18,19)

El síntoma dominante es el dolor localizado en el dorso de la MTF, de comienzo insidioso, que empeora con la carga, la marcha e impide la práctica deportiva, pero que mejora con el reposo. El despegue es sintomático; la dorsiflexión se ve limitada en forma progresiva y se palpa la prominencia dorsal de la epífisis M1. (3,15)

Se va desarrollando hiperqueratosis desde el borde medial hacia plantar en el hallux y por debajo de la epífisis M5. Existe hiper movilidad interfalángica del hallux y la marcha está alterada en la fase de propulsión. Puede haber pacientes que presenten síntomas relacionados a una marcha disbásica, esguinces de tobillo, gonalgia, lumbalgia, etc. (3,15)

Sin embargo, en la práctica muchos de estos cuadros evolucionan en forma solapada presentando gran rigidez de la metatarsofalángica y metatarsalgia por transferencia. Dificultando establecer pautas terapéuticas puntuales en razón de la frecuente disociación clínica. Los pacientes no aceptan en general la indicación de cirugía, optando por medidas ortésicas o kinésicas, de utilidad temporal en cuadros iniciales. (3,15)

La enfermedad artrósica en estadios avanzados es subsidiaria de cirugía, al igual que en otras articulaciones de carga. El algoritmo terapéutico depende del período evolutivo. Teniendo las medidas conservadoras escasas indicaciones y siendo sólo paliativas en pacientes jóvenes o en aquellos que rechazan la propuesta quirúrgica. (1,2,20)

Existe consenso en que los procedimientos mínimamente invasivos (MIS), exostectomías o queilectomía dorsal simple, forage,

Figura 1. Clasificación clínico radiológica de Regnaud

Estadío evolutivo	Hallazgos clínicos	Radiología
Grado I	-dolor intermitente vinculado a la marcha -limitación de la movilidad < 30 %	-aplanamiento cefálico -horizontalización M1 -condensación ósea periférica -indemnidad relativa del cartílago central -ostefitosis marginal incipiente Ver Figura 2
Grado II	-dolor ++ , se acentúa con la dorsiflexión -limitación de la movilidad del 30 al 50 % -metatarsalgia M5 = marcha en supinación	-aplanamiento cefálico + pinzamiento luz articular -desaparición de cartílago articular central -osteofitosis marginal + dorsal -hipertrofia irregular de los sesamoideos Ver Figura 3
Grado III	-dolor vinculado a lesiones asociadas -contractura -hiperqueratosis -metatarsalgia -limitación de la movilidad del 50 al 100 %	-desaparición de la luz articular -hipertrofia articular marcada -osteofitosis severa -artrosis sesamoideos -anquilosis Ver Figura 4



Figura 2: Grado I de Regnaud



Figura 3: Grado II de Regnaud

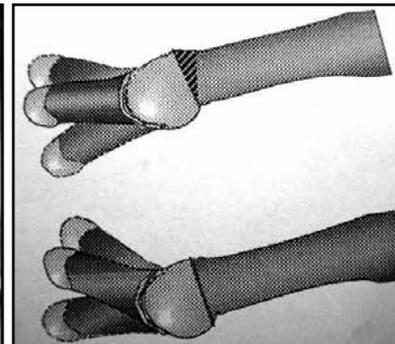


Figura 4: Osteotomía de Watermann-Diebold

remodelación (1, 6), no serían de elección para tratar la enfermedad artrósica, en virtud de las limitaciones propias del método. De la misma forma, parece poco probable que una toilette artroscópica sea de utilidad ya que no puede resolver la sobrecarga axial. Las artroplastias tanto por resección (Keller-Lelievre) como por interposición (Regnaud) presentan resultados funcionales pobres e inaceptables para el paciente adulto joven activo. Las artroplastias por sustitución (prótesis) aun con distintos diseños presentan malos resultados, aflojamiento, a mediano y largo plazo hasta la actualidad. La artrodesis continua siendo el procedimiento de elección, plenamente vigente cuando se trata

de un paciente joven activo que por el deterioro articular ya no es factible realizar osteotomías. (21)

Proponemos un algoritmo de tratamiento basado en la clasificación clínico-radiológico de la enfermedad, haciendo hincapié en las osteotomías para los estadios iniciales I y II. (12)

La osteotomía tipo Waterman-Diebold ofrece las siguientes ventajas (6,21) en el tratamiento de esta patología: requiere de un pequeño abordaje medial, el trazo respeta los pedículos vasculares dorsal y plantar del cuello del metatarsiano (el pedículo dorsal queda distal al trazo, el plantar a proximal). La extracción de una pequeña cuña de base dorsal intenta reducir el bloqueo

Tabla 1. Evaluación preoperatoria (score AOFAS)

N.	Sex.	Edad	Dolor	Función	Calzado	Movilidad MTF	Movilidad IF	Estabilidad MTF/IF	Callos	Alineación	Pto.
1	F	33	20	4	5	5	5	5	5	15	65
2	F	45	20	4	5	5	5	5	5	15	65
3	M	34	20	4	5	5	5	5	5	15	65
4	F	39	20	4	5	5	5	5	5	15	65
5	F	40	20	4	5	5	5	5	5	15	65
6	M	44	20	4	5	5	5	5	5	15	65
7	M	46	20	4	5	5	5	5	5	15	65
8	F	55	20	4	5	5	5	5	5	15	65

Tabla 2. Evaluación preoperatoria (score AOFAS)

N.	Sex.	Edad	Followup (meses)	Dolor	Función	Calzado	Movilidad MTF	Movilidad IF	Estabilidad MTF/IF	Callos	Alineación	Pto.
1	F	33	29	30	7	5	5	5	5	5	15	77
2	F	45	25	30	7	5	10	5	5	5	15	82
3	M	34	20	30	7	5	10	5	5	5	15	82
4	F	39	18	30	7	5	5	5	5	5	15	82
5	F	40	15	30	7	5	5	5	5	5	15	77
6	M	44	10	30	4	5	5	5	5	5	15	74
7	M	46	9	40	10	5	10	5	5	5	15	95
8	F	55	7	30	7	5	5	5	5	5	15	72

de la dorsiflexión. La rotación hacia dorsal del cartílago viable y funcional facilita la congruencia articular. Se logra una fijación estable de la osteotomía mediante un tornillo tipo canulado de doble rosca.

La osteotomía tipo Akin de acortamiento (11) presenta las siguientes características en relación al hallux rígido: la resección de una virola de 2 a 3 mm. permite el acortamiento suficiente para descargar axialmente el radio sin crear una insuficiencia del despegue por brevedad geométrica. No modifica la posición del dedo como lo hacen los trazos de resección de cuña dorsal. Se obtiene una fijación confiable de la osteotomía mediante un tornillo canulado de doble rosca.

Se pone énfasis en la sencillez de la combinación de estas dos osteotomías, la rápida ejecución, la conservación de los pedículos vasculares de la epífisis M1, la confiabilidad de la osteosíntesis y la posibilidad de cargar precozmente.

Del análisis de la serie de pacientes surgen los siguientes datos: el valor preoperatorio de AOFAS fue para todos de 65 puntos, ello se explica en los criterios de elección de los mismos, es decir, grados I y II con conservación del rango de flexoextensión de 75 grados o mayor, con dolor moderado, de frecuencia diaria, que limita la práctica física y que obliga al uso de calzado cómodo. El

promedio de mejoría del score en el postoperatorio fue de 78,80 (entre 72 y 95). Ello significa un valor promedio de mejoría de 13,80 con una $p=0.001$. Tal mejora en el score se traduce clínicamente en una moderada recuperación en la excursión articular, una reducción también moderada del dolor mientras que el resto de los parámetros no se modificaron.

Cumpliendo con los beneficios esperables de cualquier osteotomía aplicada al tratamiento de la enfermedad artrósica.

La elección de esta técnica está justificada por su sencillez, rápida ejecución, reproductibilidad, conservación del aporte vascular, con mínimos riesgos de pseudoartrosis y/o necrosis vascular. Permite el retorno a la actividad sin limitaciones.

No encontramos desventajas



Figura 9: Fijación de las Osteotomías



Figura 5: Osteotomía de Watermann-Diebold



Figura 7: Osteotomía de Akin, resección ósea

o complicaciones mayores en los escasos pacientes tratados con esta técnica siendo segura y efectiva en la medida que se ejecute el método en los estadios clínico-radiológicos adecuados. Por tratarse de un procedimiento articular resulta inevitablemente generar cierta rigidez "per se", de ahí que precise de ejercicios de movilización activa y pasiva en forma precoz. El objetivo a largo plazo se traduce en ampliar la casuística con estudios comparativo y en conocer a largo plazo si esta técnica solo va a preceder a un procedimiento de artrodesis o eventualmente a un reemplazo protésico, una vez que se optimice su diseño, o si resulta en un tratamiento definitivo.

CONCLUSIÓN

El esquema propuesto en pacientes jóvenes y adultos en estadios I y II, descarga axialmente el primer rayo y reduce el bloqueo dorsal, mejorando la excursión articular. No cabe aún analizar resultados confiables, siendo una técnica propuesta en base a cambios anatomopatológicos que resultan del dimorfismo observado.

La casuística resulta aún insuficiente y el seguimiento postoperatorio acotado en el tiempo.

Sin embargo por tratarse de un procedimiento rápido, con recuperación funcional en plazos aceptables y métodos de fijación que permiten la carga temprana. Es una indicación válida para pacientes con artropatía degenerativa de la 1er MTF en estadios I y II de Regnauld.



Figura 6: Osteotomía de Akin

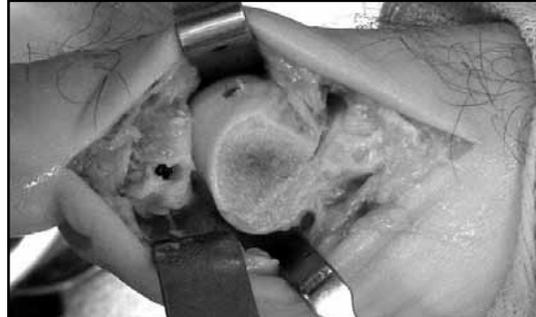


Figura 8: Fijación de las Osteotomías

Bibliografía

- Ortiz, E.F., Cuniglio, O.: Hallux rigidus: Conducta terapéutica. Actas y trabajos de la Soc. Arg. de Med. y Cir. del Pie. Tomo 1: 63-5, 1989.
- Turek, S. Ortopedia. Principios y aplicaciones: T II: Hallux rigidus, 1545-49, Salvat, 1982, Barcelona.
- Mann, R.; DuVries, H; Inman, V. Cirugía del Pie, Ed Panamericana, Bs As, 5º ed, 1987, Cap 9: 259-61; Cap 10: 311-12.
- Calvo A; Viladot R; Gine 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(2): p69-74.
- Mc Master, M. J.: The patogénesis of the hallux rigidus, J.B.J.S., 60: 82, 1978.
- Beerterna; W; Draijer, WF; van Os, JJ; Pilot, P: A retrospective analysis of surgical treatment in patients with symptomatic hallux rigidus: long-term follow-up. J Foot Ankle Surg 2006 Jul-Aug;45(4): p244-51.
- Kitaoka, H.B., Alexander, I. Adelaar, R.S. et al.: Clinical rating systems for the ankle-hindfoot-midfoot-hallux and lesser toes. Foot & Ankle Int. Vol. 15, Nº 7. July 1994. 349-353.
- Tito Amor R.: Pierna, Tobillo y Pie, Cámara Argentina del Libro, Bs As, 1º Ed, 2009, Cap 22: 393.
- Regnauld, B: Hallux Rigidus. The Foot, Springer Verlag: 335-36, 1986.
- Valtin, B., Weil L.S.: First Metatarsal Osteotomies in Hallux Limitus. 2nd International Spring Meeting, Bordeaux, 2000.
- Ferrero, GO; Meléndez Polo, S; Fiks, GM; Simonovich, Z: La osteotomía de Akin aplicada a la cirugía de realineación del antepié. Indicaciones. Rev AAOT, Año 69, Nº 3, 2004, p. 232-8.
- Thomas PJ; Smith RW: Proximal phalanx osteotomy for the surgical treatment of hallux rigidus. Foot Ankle Int 1999 Jan;20(1): p3-12.
- Testut L., Latarjet A.: Tratado de Anatomía Humana, Ed Salvat, Barcelona, 9º ed, 1967, Libro II, Cap 5: 732-33.
- Kapandji A.: Fisiología Articular, Ed. Panamericana, Madrid, 5º ed, 1998, Tomo II, Cap 4: 206-09.
- Camasta CA: Hallux limitus and hallux rigidus. Clinical examination, radiographic findings, and natural history. Clin Podiatr Med Surg 1996 Jul;13(3): p423-48.
- De Lauro TM; Positano RG: Surgical management of hallux limitus and rigidus in the young patient. Clin Podiatr Med Surg 1989 Jan;6(1): p83-92.
- Lambriduni, C.: Metatarsus primus elevatus. Proceedings of the Royal Society of Medicine, Section of Orthopedics, 31: 1273, 1938.
- Root, ML, Orien, WP, and Leed, JH.: Normal and Abnormal Function of the Foot. Los Angeles, Clinical Biomechanics Corp.1977.
- Jack, E.A.: The etiology of hallux rigidus. Br. J. Surg., 27: 492-97,1940.
- Mesa Ramos, F., Mesa Ramos, M., Caeiro Rey, J., Maquieira, C., Carpineiro, P.: Tratamiento del Hallux Rigidus. Revista de la Soc. Gallega de Cir. Ortop. Y Traum. Vol5-nº2, 65, 2004.
- Brodsky, JW; Baum, BS; Pollo, FE; Mehta, H: Prospective gait analysis in patients with metatarsophalangeal joint arthrodesis for hallux rigidus. Foot Ankle Int 2007 Feb; 28 (2): p162-5.