



UCAM

UNIVERSIDAD CATÓLICA
DE MURCIA

ESCUELA INTERNACIONAL DE DOCTORADO
Programa de Doctorado en Traumatología del Deporte

Nuevo tratamiento percutáneo para la corrección
quirúrgica del hallux valgus.

Autor:

D. Fabio D'Angelo

Directores:

Dr. D. Francisco Esparza Ros

Dr. D. Juan Francisco Abellán Guillén

Murcia, septiembre de 2017



UCAM

UNIVERSIDAD CATÓLICA
DE MURCIA

ESCUELA INTERNACIONAL DE DOCTORADO
Programa de Doctorado en Traumatología del Deporte

Nuevo tratamiento percutáneo para la corrección
quirúrgica del hallux valgus.

Autor:

D. Fabio D'Angelo

Directores:

Dr. D. Francisco Esparza Ros

Dr. D. Juan Francisco Abellán Guillén

Murcia, septiembre de 2017



UCAM
UNIVERSIDAD CATÓLICA
DE MURCIA

**AUTORIZACIÓN DE LOS DIRECTORES DE LA TESIS
PARA SU PRESENTACIÓN**

El Dr. D. Francisco Esparza Ros y el Dr. D. Juan Francisco Abellán Guillén como Directores de la Tesis Doctoral titulada “Nuevo tratamiento percutáneo para la corrección quirúrgica del hallux valgus” realizada por D. Fabio D’Angelo en el Departamento de Ciencia de la Salud, **autoriza su presentación a trámite** dado que reúne las condiciones necesarias para su defensa.

Lo que firmamos, para dar cumplimiento al Real Decreto 99/2011, 1393/2007, 56/2005 y 778/98, en Murcia a 1 de septiembre de 2017

Dr. Francisco Esparza Ros

Dr. Juan Francisco Abellán Guillén

AGRADECIMIENTOS

Al finalizar este trabajo debo reconocer que ha sido arduo y lleno de dificultades en cuanto he querido realizar una tesis doctoral en una Universidad de España y porque hacía mucho tiempo que había dejado el ambiente universitario. Eso me ha regalado nuevos estímulos y gana de seguir investigando y por esas razones quiero dar las gracias a la UCAM, por haberme aceptado y por haberme dirigido con amabilidad en este proyecto.

Gracias a mis directores, el Dr. Francisco Esparza Ros y el Dr. Juan Francisco Abellán Guillén, Cicero en este largo camino. Gracias a los dos por la disponibilidad incondicional que me habéis ofrecido, por haberme aceptado con cariño y por las muchas veces que me habéis recibidos fuera del horario de trabajo.

Gracias a mi padre que me guía desde lejos. No te canses nunca de mostrarme el camino y no permitas nunca que me quede perdido. Como vez tu hijo aún te necesita.

Gracias a mi madre, que a su manera ha respetado todas mis decisiones, las buenas y las malas. Te agradezco tu ayuda en los muchos momentos cuando solo una madre sabe lo que hay que hacer.

Catherine, aunque no comprenderás estas líneas, quiero igualmente agradecerte aquí tu sincera amistad y tu impecable profesionalidad. Este proyecto ha nacido contigo. Gracias por tu apoyo y por compartir las ideas. Nuestras interminables conversaciones, al final, han llevado a algún resultado.

Itziar, como tú has dicho una vez, pueden pasar meses sin hablar, pero cada vez que te veo, tengo la sensación de que hemos hablado el día de antes. ¿Es eso lo que se llama "amistad"?

Annalisa, siempre presente en este capítulo de todos mis trabajos y en todos los capítulos de mi vida. He olvidado el día que te he conocido ... porque yo te conozco desde siempre.

ABSTRACT

New percutaneous procedure for hallux valgus correction

INTRODUCTION

In literature, more than 100 procedures have been described that can be applied to HV treatment, and the selection criteria will be taken based on the evolution of the deformity, the age of the patient and their bone quality, among other factors. When discussing surgical HV correction, we often think of a surgical technique that involves a series of procedures on the soft tissues and bone structures, such as metatarsal and/or phalangeal osteotomies. In recent years, percutaneous techniques have been of increasing interest because of the perceived effectiveness compared to traditional procedures. Currently, according to modern literature, the most practiced percutaneous technique is called MICA (Minimally Invasive Chevron + Akin)¹⁰⁸. Recently, regarding the tendency to be less invasive in order to reduce postoperative pain and favour a rapid recovery^{101,102,138,139,140}, it has been proposed that it is possible to correct the IMA, and therefore the Hallux Valgus, without practicing first metatarsal osteotomies. At the core of this philosophy is the idea of using the second metatarsal as an anchor (KeyStone) to restore the IMA. All commercially available "osteotomy spares" devices use plates, screws or cortical support buttons to secure the first MTT to the second metatarsal bone (MTT) in the correct position. The IMA correction techniques without osteotomies have been proposed as an alternative to traditional techniques in order to avoid complications related to both proximal and distal metatarsal osteotomies.

HYPOTHESIS AND OBJECTIVES

We consider it to be of interest to describe and validate a new percutaneous surgical technique without metatarsal osteotomy (POS: Percutaneous Osteotomy Spare) and to provide the clinical and radiographic results, after 52,9 weeks of follow-up of a consecutive series of patients operated on between September 2014 and January 2017 by a single orthopaedic surgeon. We believe it is important to make our contribution in order to help better define the controversy of results related to the "osteotomy spare" techniques that we have found in literature.

MATERIALS AND METHODS

The study included 104 patients (144 interventions) treated and operated on for moderate or severe HV correction (IMA of 15° or greater) between September 2014 and January 2017. All patients were operated on using the same surgical technique (POS) and had undergone the same post-operative protocol. Radiographic and clinical data were collected 4 weeks post-operation and at the end of the follow-up, with an average follow-up of 52.9 weeks (20-71 weeks). The radiographic parameters that were considered are: inter-metatarsal angle (IMA), angle of Hallux Valgus (AHV), angle of pronation, position of the sesamoid bones, and congruence of the metatarsophalangeal joint. Clinical parameters were evaluated after collecting AOFAS foot data.

RESULTS

Of the 144 surgical interventions performed, 10 presented various complications and as such were not included in statistical calculations. The 10 post-surgical complications have been analysed and are described in their own chapter. Of the 134 cases subject to results analysis, only 104 returned the AOFAS questionnaire. All patients underwent the same surgical and post-operative protocol as described in the study. The IMA values showed an improvement, going from an average preoperative value of 20° to 10.7° in the check-up at the end of the follow-up (52.9 weeks). The AHV values increased from an average preoperative value of 39.9° to 14.5° in the check-up at the end of follow-up. No significant change was recorded in the calculation of the decline angle of the 1st MTT, while the joint congruence and the position of the sesamoids improved significantly with respect to the preoperative values. The clinical aspect was studied through the AOFAS scale, demonstrating a high degree of patient satisfaction (58.7 points in the preoperative period, 91.8 points at the end of the follow-up).

DISCUSSIONS AND CONCLUSIONS

Of the 10 complications, 6 were due to an insufficient learning curve. These complications were recorded in the first 6 months of surgical practice. Two other complications were recurring deformities for reasons that we still do not know, and the final two complications were cases of second MTT fractures due to functional overload. We can therefore consider the POS surgical technique described in this paper as a percutaneous HV correction technique that provides

good results in the short and medium term, and which yields a high degree of patient satisfaction due to rapid functional recovery, low pain and an aesthetic element that is not really obtainable with traditional techniques. At the same time, we consider the POS technique difficult to execute for operators who are not familiar with the basic motions of percutaneous surgery. Before validating a surgical procedure, we need future studies. It is essential, for example, to know if and when a structure is formed that functions as an inter-metatarsal ligament between the first and second MTT and can biologically replace the Mini TightRope. It is important to know if long-term degenerative changes occur in the first tarsus-metatarsal joint, or if the Fiber Wire strands produce bone reabsorption at the level of the metatarsal tunnels.

KEY WORDS: TightRope. Percutaneous. Osteotomy. Surgery. Foot. Hallux. Valgus. Bunion.

RESUMEN

Nuevo tratamiento percutáneo para la corrección quirúrgica del hallux valgus

INTRODUCCIÓN

En la literatura se han descrito más de 100 procedimientos que pueden aplicarse al tratamiento del Hallux Valgus (HV) y el criterio de selección será tomado en base a la evolución de la deformidad, edad del paciente y calidad del hueso, entre otros. Cuando se habla de corrección quirúrgica del HV, comúnmente pensamos en una técnica quirúrgica que contempla una serie de gestos sobre las partes blandas y sobre las estructuras óseas, como las osteotomías del metatarso y/o de la falange. En los últimos años las técnicas percutáneas han experimentado un creciente interés, debido a la percepción de una eficacia comparable a los procedimientos tradicionales. Actualmente, según la literatura moderna, la técnica percutánea más practicada se llama MICA (Minimally Invasive Chevron+Akin)¹⁰⁸. Recientemente, en línea con la tendencia de ser cuanto menos invasivos, para reducir el dolor post-operatorio y favorecer una rápida recuperación^{101,102,138,139,140}, se ha propuesto la idea que es posible corregir el ángulo intermetatarsal (AIM), y entonces el HV, sin practicar osteotomías del primer metatarsiano. El origen de esta filosofía está en la idea de usar el II metatarso (MTT) como anclaje (KeyStone) para restablecer el AIM. Todos los dispositivos “sin osteotomía” (osteotomy spares) disponibles en el mercado usan placas, tornillos o botones de apoyo cortical para fijar el primer MTT en su posición correcta al II MTT. Las técnicas de corrección del AIM sin osteotomías se han propuesto como alternativa a las técnicas tradicionales con el fin de evitar las complicaciones relacionadas con las osteotomías del metatarsiano, bien proximales o distales.

HIPÓTESIS Y OBJETIVOS

Consideramos que sea de interés describir y validar una nueva técnica quirúrgica percutánea sin osteotomía metatarsal (POS: Percutaneous Osteotomy Spare) y proporcionar los resultados clínicos y radiográficos, tras 53 semanas de seguimiento de una serie consecutiva de pacientes operados entre septiembre de 2014 y enero de 2017 por un solo cirujano ortopédico. Creemos es importante dar nuestra experiencia para ayudar a definir mejor la controversia de resultados relativos a las técnicas “osteotomy spare” que hemos encontrados en la literatura

MATERIAL Y MÉTODO

Han sido estudiados 104 pacientes (144 intervenciones) atendidos y operados de corrección de HV moderado o severo (AIM de 15° o mayor), entre septiembre de 2014 y enero de 2017. Todos los pacientes han sido operados con la misma técnica quirúrgica (POS) y han seguido el mismo protocolo post-quirúrgico. Los datos radiográficos y clínicos han sido recogidos tras 4 semanas de la operación y al final del seguimiento, llegando a un seguimiento medio de 52,9 semanas (20-71 semanas). Los parámetros radiográficos que se han considerados son: Ángulo Inter Metatarsiano (AIM). Ángulo de Hallux Valgus (AHV). Ángulo de Pronación. Posición de los huesos sesamoideos. Congruencia de la articulación metatarso-falángica. Los parámetros clínicos se han evaluado tras la recogida de datos del cuestionario AOFAS del pie.

RESULTADOS

De las 144 intervenciones quirúrgicas realizadas, 10 presentaron complicaciones de varios tipos, y no han sido objeto de cálculos estadísticos. Las 10 complicaciones post-quirúrgicas se han analizado y descrito en un capítulo a ellas dedicado. De los 134 casos objetos de análisis de resultados, solo 104 devolvieron el cuestionario AOFAS. A todos los pacientes se les aplicó el mismo protocolo quirúrgico y post quirúrgico descrito en el estudio. El cálculo de los valores del AIM ha registrado una mejora, pasando de un valor medio de 20° pre-

operatorio, a 10,7° en los controles al final del seguimiento (52,9 semanas). El cálculo de los valores del AHV han pasado de un valor medio de 39,9° del pre-operatorio, a 14,5° en los controles al final del seguimiento. Ningún cambio significativo se ha registrado en el cálculo del ángulo de declinación del 1er MTT, mientras que la congruencia articular y la posición de los sesamoideos ha mejorado sensiblemente con respecto a los valores del pre-operatorio. El aspecto clínico ha sido estudiado por medio de la escala AOFAS demostrando un alto grado de satisfacción por parte de los pacientes (58,7 puntos en el pre operatorio. 91,8 puntos al final del seguimiento).

DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

De las 10 complicaciones registradas, 6 fueron debidas a una curva de aprendizaje no suficiente. Estas complicaciones se registraron en los primeros 6 meses de práctica quirúrgica. Otras 2 complicaciones fueron 2 casos de recidiva de la deformación por razones que todavía no conocemos y por último, las otras complicaciones fueron 2 casos de fracturas de estrés del II MTT por sobrecarga funcional. Consideramos entonces la técnica quirúrgica POS descrita en este trabajo como una técnica de corrección percutánea del HV que proporciona buenos resultados a corto y medio plazo, y que se acompaña de un alto grado de satisfacción por los pacientes, debido a la rápida recuperación funcional, poco dolor y un aspecto estético difícilmente obtenible con las técnicas tradicionales. Al mismo tiempo, consideramos la técnica POS de difícil ejecución para los cirujanos que no tengan práctica con los gestos básicos de la cirugía percutánea. Antes de validar un procedimiento quirúrgico, faltan futuros estudios. Es de fundamental importancia por ejemplo demostrar después de cuánto tiempo se forma una estructura fibrosa que actúa de ligamento inter-metatarsiano entre primer y II MTT y que pueda remplazar biológicamente el Mini TightRope. Es importante saber si a largo plazo se producen cambios degenerativos en la primera

articulación tarso-metatarsiana o si los hilos de Fiber Wire producen reabsorción ósea a nivel de los túneles metatarsianos.

PALABRAS CLAVES: TightRope. Percutánea. Osteotomía. Cirugía. Pie. Hallux. Valgus. Técnica

" Non esistono grandi scoperte né reale progresso
finché sulla terra esiste un bambino infelice.

(Albert Einstein, 1879 - 1955)

ÍNDICE GENERAL

| | |
|-------------------------------------|----|
| AUTORIZACIÓN DE LOS DIRECTORES..... | 3 |
| AGRADECIMIENTOS..... | 7 |
| ABSTRACT..... | 9 |
| RESUMEN..... | 13 |
| ÍNDICE GENERAL..... | 19 |
| ÍNDICE DE FIGURAS..... | 23 |
| ÍNDICE DE TABLAS..... | 29 |
| SIGLAS Y ABREVIATURAS | 31 |

CAPÍTULO I: INTRODUCCIÓN **35**

| | |
|--|----|
| 1.1. ANATOMÍA..... | 35 |
| 1.1.1. Anatomía del primer segmento dígito-metatarsal..... | 35 |
| 1.1.2. Osteología del pie | 35 |
| 1.1.3. Osteología del primer metatarsiano..... | 37 |
| 1.1.4. Osteología de los huesos Sesamoideos..... | 38 |
| 1.1.5. Osteología de la falange proximal..... | 39 |
| 1.1.6. Osteología de la falange distal..... | 40 |
| 1.1.7. Artrología del primer radio..... | 40 |
| 1.1.8. Miología..... | 41 |
| 1.1.9. Inserciones tendinosas de la 1ª ATMF..... | 44 |
| 1.2. BIOMECÁNICA DE LA MARCHA HUMANA. | 44 |
| 1.2.1. Concepto de marcha | 44 |
| 1.2.2. Ciclo de la marcha humana..... | 45 |
| 1.2.3. Función del primer radio..... | 47 |
| 1.3. HALLUX VALGUS..... | 48 |
| 1.3.1. Patogénesis..... | 51 |

| | |
|--|-----------|
| 1.3.2 Etiología. | 52 |
| 1.3.3. Clínica..... | 55 |
| 1.3.4. Clasificación del hallux valgus..... | 55 |
| 1.4. MEDICIONES RADIOGRÁFICAS..... | 57 |
| 1.4.1. Mediciones radiográficas fisiológicas..... | 58 |
| 1.4.2. Mediciones radiográficas patológicas..... | 59 |
| 1.5. TRATAMIENTO QUIRÚRGICO DEL HALLUX VALGUS..... | 61 |
| 1.5.1. Técnicas de reequilibrio de los tejidos blandos distales..... | 66 |
| 1.5.2. Corrección del AHV. (osteotomía de la falange) | 68 |
| 1.5.3. Corrección del AIM. (osteotomía del primer metatarsiano)..... | 69 |
| 1.5.4. Cirugía mínimamente invasiva (MIS)..... | 72 |
| 1.5.5 Corrección del AIM sin osteotomías..... | 75 |
| 1.6. MINI TIGHTROPE 1.1 mm..... | 77 |
| CAPÍTULO II: JUSTIFICACIÓN | 83 |
| CAPÍTULO III: OBJETIVOS | 89 |
| CAPÍTULO IV: MATERIAL Y MÉTODO | 93 |
| 4.1. TIPO DE ESTUDIO Y POBLACIÓN DIANA..... | 93 |
| 4.2. CRITERIOS DE INCLUSIÓN Y EXCLUSIÓN..... | 93 |
| 4.3. VARIABLES A ESTUDIO..... | 94 |
| 4.3.1. Evaluación radiográfica..... | 94 |
| 4.3.2. Evaluación clínica y funcional..... | 99 |
| 4.3.3. La escala AOFAS del hallux, AMTF e IF..... | 101 |
| 4.4. DESCRIPCIÓN DE LA TÉCNICA QUIRÚRGICA..... | 104 |
| 4.5. ANÁLISIS ESTADÍSTICO..... | 115 |

CAPÍTULO V: RESULTADOS **119**

5.1. CARACTERÍSTICA DE LA MUESTRA.....119

5.1.1. Variables epidemiológicas.....119

5.1.2. Variables quirúrgicas.....120

5.2. RESULTADOS RADIOGRÁFICOS.....121

5.2.1. Cálculo del AIM.....121

5.2.2. Cálculo del AHV.....122

5.2.3. Cálculo del ángulo de declinación del primer metatarsiano.....123

5.2.4. Cálculo de la posición de los sesamoideos.....124

5.2.5. Cálculo de la congruencia de la primera articulación metatarsofalángica.....125

5.3. RESULTADOS CLÍNICOS.....126

5.3.1. Escala AOFAS.....126

5.4. COMPLICACIONES.....129

CAPÍTULO VI: DISCUSIÓN **135**

CAPÍTULO VII: CONCLUSIONES **149**

CAPÍTULO VIII: LIMITACIONES Y FUTURAS LÍNEAS DE INVESTIGACIÓN **153**

8.1 LIMITACIONES DEL ESTUDIO.....153

8.2. FUTURAS LÍNEAS DE INVESTIGACIÓN.....154

CAPÍTULO IX: REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS **159**

ÍNDICE DE FIGURAS

ÍNDICE DE FIGURAS

| | |
|--|----|
| Figura 1.1. Anatomía osteo-articular del pie. Visión dorso-plantar..... | 36 |
| Figura 1.2. Anatomía osteo-articular del pie. Bóveda Plantar..... | 37 |
| Figura 1.3. Anatomía osteo-articular del 1er metatarsiano..... | 38 |
| Figura 1.4. Huesos sesamoideos. Relación con el primer metatarsiano y los tendones de los músculos flexores..... | 39 |
| Figura 1.5. Artrología de la primera articulación metatarso-..... | 40 |
| Figura 1.6. Miología. Músculos extrínsecos..... | 42 |
| Figura 1.7. Miología. Músculos intrínsecos..... | 43 |
| Figura 1.8. Biomecánica de la marcha. La fase de apoyo..... | 46 |
| Figura 1.9. La función del primer radio durante la marcha..... | 47 |
| Figura 1.10. El HV. Desviación medial del primer metatarsiano. Desviación lateral del 1er dedo. Exostosis o eminencia medial..... | 49 |
| Figura 1.11. Modificaciones del Hallux Valgus. Desequilibrio músculo-tendinoso en el HV..... | 51 |
| Figura 1.12. Escala Manchester A: Grado 1 (no deformidad). B: Grado 2 (deformidad leve). C: Grado 3 (deformidad moderada). D: Grado 4 (deformidad severa)..... | 57 |
| Figura 1.13. Mediciones radiográficas fisiológicas. AHA: 10°, AIM: 8.7°..... | 59 |

| | |
|---|----|
| Figura 1.14. Mediciones radiográficas patológicas. (A): Hallux Valgus leve: AHA: 30°. AIM: 11°. (B): Hallux Valgus moderado: AHA: 32.7°. AIM: 16.3°. (C): Hallux Valgus severo: AHA: 45°. AIM: 21.3°..... | 60 |
| Figura 1.15. Alguna de las más comunes osteotomías proximales y diafisarias. A: Crescent Proximal. B: Chevron Proximal. C: Ludloff. D: Scarf..... | 62 |
| Figura 1.16. Representación esquemática de alguna de las posibles osteotomías metatarsales..... | 62 |
| Figura 1.17. Ejemplo de osteotomía distal. La osteotomía de Mitchell..... | 63 |
| Figura 1.18. Ejemplo de osteotomía distal. La osteotomía de Chevron..... | 64 |
| Figura 1.19. Ejemplo de osteotomía proximal. La osteotomía de Ludloff..... | 65 |
| Figura 1.20. Ejemplo de osteotomía diafisaria. La osteotomía de Scarf..... | 65 |
| Figura 1.21. Técnica de McBride. A: extirpación del sesamoideo lateral. B: tenotomía del abductor a la base de la falange. C: transposición del abductor a la cabeza del 1er metatarsiano. D: capsulorrafia..... | 67 |
| Figura 1.22. Técnica de Akin: A. Extracción de la cuña ósea. C: Alineación del dedo..... | 68 |
| Figura 1.23. Alguna de las osteotomías proximales del 1er MTT. A) Osteotomía en cuña de sustracción lateral. B) Osteotomía en cuña de adición medial..... | 69 |
| Figura 1.24. Alguna de las osteotomías más estables. A) Osteotomía de Chevron. B) Osteotomía de Scarf..... | 70 |
| Figura 1.25. Técnica percutánea de Isham. A) Exostosectomía y osteotomía de Isham-Reverdin. B) Rotación medial-plantar de la cabeza del primer MT..... | 71 |

Figura 1.26. Imagen de fluoroscopia. Osteotomía percutánea de Bosch. Desplazamiento lateral de la cabeza del 1er MTT con instrumento a palanca diseñado con esa finalidad. Fijación con aguja de Kirschner.....72

Figura 1.27. Cerclaje de corrección del AIM. B) Fractura de estrés del II MTT.....76

Figura 1.28. Diferentes tipos de sistemas de corrección del AIM “Osteotomy Spare”. A) Mini TightRope 1,1mm. B) Fast Forward. C) Mini TightRope 2.7mm.....77

Figura 1.29. Sistemas Mini TightRope: A) Mini TightRope 1.1mm. 4 botones de anclaje con 4 FiberWires. B) Mini TightRope 2.7mm. 2 botones de anclaje con 4 FiberWires auto bloqueantes.....78

Fig. 1.30 Mini TightRope 1.1mm. Se presenta en Kit e incluye las agujas de tunelización de los MTT con ojal de transporte del implante. Dos botones están ya montados en la sutura de Fiber Wire, los otros 2 se presentan en una cajita, listos para ser enhebrados79

Figura 2.1. Sistemas Mini TightRope: A) Sistema Mini TightRope 2.7mm. Sistema de 2 botones de anclaje con 4 hilos de FiberWires auto bloqueantes. B) Sistema Mini TightRope 1.1mm. Sistema de 4 botones de anclaje con 4 hilos de FiberWires NO auto bloqueantes.....84

Figura 4.1. Cálculo del ángulo inter metatarsiano (AIM).....95

Figura 4.2. Cálculo del ángulo del Hallux Valgus (AHV).....96

| | |
|--|-----|
| Figura 4.3. Cálculo de la congruencia articular (CA)..... | 96 |
| Figura 4.4. Cálculo de la posición de los sesamoideos..... | 98 |
| Figura 4.5. Cálculo del ángulo de declinación..... | 99 |
| Figura 4.6. Arteria pedia y sus ramas..... | 100 |
| Figura 4.7. Principales regiones de inervación del pie..... | 100 |
| Figura 4.8. Foto quirúrgica. Incisión con Beaver 64..... | 105 |
| Figura 4.9. Imagen del fluoroscopio. Raspado de la eminencia medial con fresas a motor..... | 106 |
| Figura 4.10. A: Foto quirúrgica. B: Imagen del fluoroscopio. Capsulotomía lateral y tenotomía del abductor de la falange..... | 107 |
| Figura 4.11. Foto quirúrgica y relativa imagen del fluoroscopio. Pasaje de la aguja guía en dirección latero-medial entre II y I MTT | 108 |
| Figura 4.12. Creación del túnel óseo mediante pasaje de la aguja guía en dirección latero-medial entre II y I MTT..... | 108 |
| Figura 4.13. Creación del túnel óseo en dirección latero-medial entre II y I MTT. Ajustes en dirección plantar dorsal del I MTT pueden ayudar en la colocación precisa del pin..... | 109 |

| | |
|---|-----|
| Figura 4.14. Guía de arco para la realización del túnel óseo desde medial a lateral entre I y II MTT..... | 110 |
| Figura 4.15. A: pasaje de lateral a medial de la sutura de nylon 3/0. El hilo es transportado por el bucle metálico de la aguja. B: pasaje del Mini TR desde medial a lateral, por medio de la sutura de transporte 3/0..... | 110 |
| Figura 4.16. A: imagen del fluoroscopio de la implantación del MTR 1.1mm. B: esquema de implantación del MTR 1.1mm..... | 111 |
| Figura 4.17. Imagen del fluoroscopio. Liberación capsular medial de la primera articulación tarso-metatarsiana..... | 112 |
| Figura 4.18. A: foto quirúrgica. B y C: relativas imágenes del fluoroscopio. Osteotomía de Akin y fijación mediante tornillo de compresión..... | 113 |
| Figura 4.19. Calzado post-operatorio (Podalux, DonJoy)..... | 114 |
| Figura 5.1. Histograma mostrando el porcentaje de casos que fueron sometidos a osteotomías de Akin de la falange, sobre un total de 134..... | 120 |
| Figura 5.2. Histograma mostrando los cambios del AIM. Comparación entre los datos pre-operatorio, a 4 semanas de la operación y al final del seguimiento..... | 121 |
| Figura 5.3. Histograma mostrando los cambios del AHV. Comparación entre los datos pre-operatorio, a 4 semanas de la operación y al final del seguimiento..... | 122 |

| | |
|---|-----|
| Figura 5.4. Histograma mostrando los cambios del ángulo de declinación del 1er MTT. Comparación entre los datos pre-operatorio, a 4 semanas de la operación y al final del seguimiento..... | 123 |
| Figura 5.5. Histograma mostrando los cambios de la posición de los huesos sesamoideos. Comparación entre los datos pre-operatorio, a 4 semanas de la operación y al final del seguimiento..... | 124 |
| Figura 5.6. Histograma mostrando los cambios de la congruencia articular de la AMTF. Comparación entre los datos pre-operatorio, a 4 semanas de la operación y al final del seguimiento..... | 125 |
| Figura 5.7. Histograma mostrando los cambios de los valores medios de la escala AOFAS..... | 129 |
| Figura 5.8. Recidiva de la deformidad del HV por incorrecto posicionamiento del Mini TightRope 1.1mm. En ambos sistemas, 1 de los 2 botones rompe la cortical de uno de los 2 MTT. No hay signos de fracturas de estrés..... | 130 |
| Figura 5.9. Fracturas de estrés del II MTT..... | 131 |
| Figura 5.10. Tres meses de una fractura de estrés del II MTT por corrección de HV con técnica POS. Ver la osteotomía de descarga del III MTT (en fase de consolidación)..... | 131 |

| | |
|--|-----|
| Figura 5.11. Tres meses. Recidiva de la deformidad del HV. Ver como el Mini TH parece ser implantado de forma correcta y no hay signos de fracturas de estrés | 132 |
| Figura 6.1. Patogénesis del HV. Mecanismo de tirante ejercido por los tendones de los músculos abductor hallucis, flexor largo del hallux y extensor largo del hallux..... | 140 |
| Figura 6.2. Guía de tunelización de los metatarsianos. (Arthrex®)..... | 143 |
| Figura 6.3. Radiografía a 3 meses post-operatorio que demuestra la consolidación de una fractura de estrés del II MTT. Osteotomía de descarga del III MTT en fase de consolidación..... | 145 |
| Figura 7.1. A) Representación de los ligamentos inter metatarsianos entre primer y segundo MTT. B) Resonancia Magnética T2 en axial del pie..... | 155 |

.

ÍNDICE DE TABLAS

| | |
|---|-----|
| Tabla 4.1. Escala AOFAS..... | 102 |
| Tabla 5.1. Cálculo del número relativo de casos que fueron sometidos a osteotomía de Akin de la falange proximal del primer radio..... | 120 |
| Tabla 5.2. Valores relativos del cálculo del AIM en el pre-operatorio, a 4 semanas de la operación y al final del seguimiento..... | 121 |
| Tabla 5.3. Valores relativos del cálculo del AHV en el pre-operatorio, a 4 semanas de la operación y al final del seguimiento..... | 122 |
| Tabla 5.4. Valores relativos del cálculo del ángulo de declinación del 1er MTT en el pre-operatorio, a 4 semanas de la operación y al final del seguimiento..... | 123 |
| Tabla 5.5. Valores relativos del cálculo de la posición de los huesos en el pre-operatorio, a 4 semanas de la operación y al final del seguimiento..... | 124 |
| Tabla 5.6. Valores relativos de la congruencia articular de la AMTF en el pre-operatorio, a 4 semanas de la operación y al final del seguimiento..... | 125 |
| Tabla 5.7. Datos pre y post quirúrgicos de la escala AOFAS por número de pacientes..... | 127 |
| Tabla 5.8. Valores medios pre y post quirúrgicos de la escala AOFAS por pregunta del cuestionario y relativo total..... | 128 |

SIGLAS Y ABREVIATURAS

ADM: Ángulo de declinación metatarsiano

AHA: Ángulo hallux abductus

AHV: Ángulo del hallux valgus

AIF: Articulación interfalángica

AIM: Ángulo intermetatarsal

AMTF: Articulación metatarso-falángica

CMT: Cabeza metatarsal.

CMTs: Cabezas metatarsales

HV: Hallux valgus

MICA: Minimally Invasive Chevron Akin

Mini TR: Mini TightRope

MIS: Minimal Invasive Surgery

MTC: Primera articulación metatarso-cuneiforme

MTF: Metatarsofalángico/a

MTT: Metatarsiano

POS: Percutaneous Osteotomy Spare (percutánea sin osteotomía)

rpm: Revoluciones por minuto

RTBD: Relajación de los tejidos blandos distales.

SCOT: Sub-Capital Osteotomy Technique

I - INTRODUCCIÓN

I - INTRODUCCIÓN

1.1. ANATOMÍA

1.1.1. Anatomía del primer segmento dígito-metatarsal

Para una comprensión más correcta de la anatomía del primer segmento se toma como referencia el eje corporal (plano sagital).

1.1.2. Osteología del pie.

El pie se compone de 26 huesos, además de los huesos sesamoideos accesorios. Todos los huesos están unidos por medio de ligamentos y entre ellos se forman las articulaciones.

Cada dedo del pie contiene tres falanges y el dedo gordo o hallux cuenta únicamente de dos falanges. Todos los dedos suman 14 piezas. De los 12 huesos restantes, 7 constituyen el tarso y 5 el metatarso¹.

El tarso está formado por el astrágalo, calcáneo, escafoides, cuboides y las tres cuñas.

El metatarso está formado por cinco huesos largos, los metatarsianos, que se designan con los números del primero al quinto considerados de medial a lateral. (Figura 1.1)

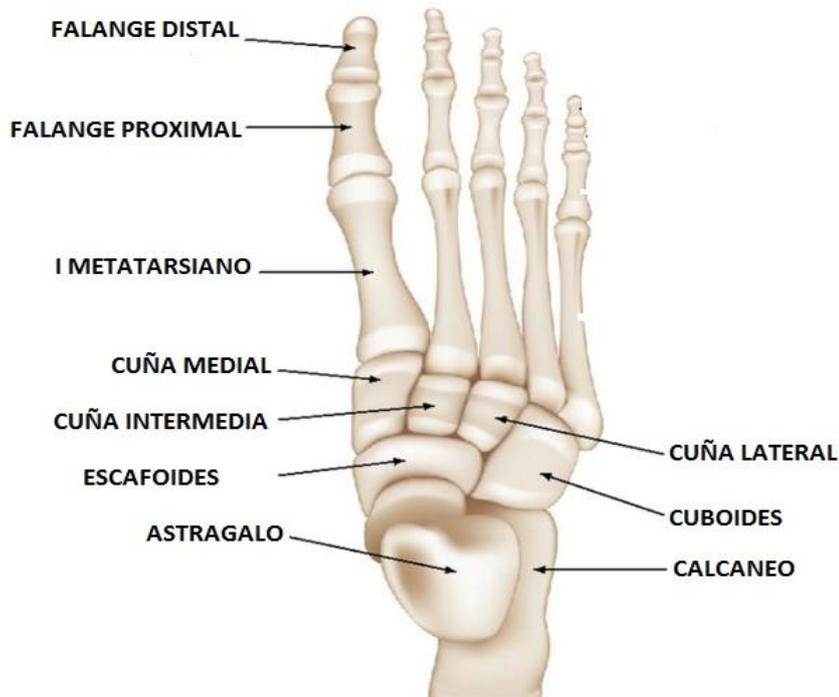


Figura 1.1: Anatomía osteo-articular del pie. Visión dorso-plantar.
(Procede de <http://www.medxtoolbox.com>)

El pie, desde una visión dorso-plantar, aparece con sus elementos óseos agrupados en dos columnas: una interna constituida por el astrágalo, escafoides, tres cuñas y los tres primeros metatarsianos; otra externa, constituida por el calcáneo, cuboides y el 4º y 5º metatarsianos.

El único hueso que se articula con los huesos de la pierna es el astrágalo. Los metatarsianos y las cuñas no establecen un apoyo plano, sino bi-cóncavo en el sentido transversal y sagital. Esta concavidad que presenta el pie en los dos sentidos es la llamada "bóveda plantar". (Figura 1.2)

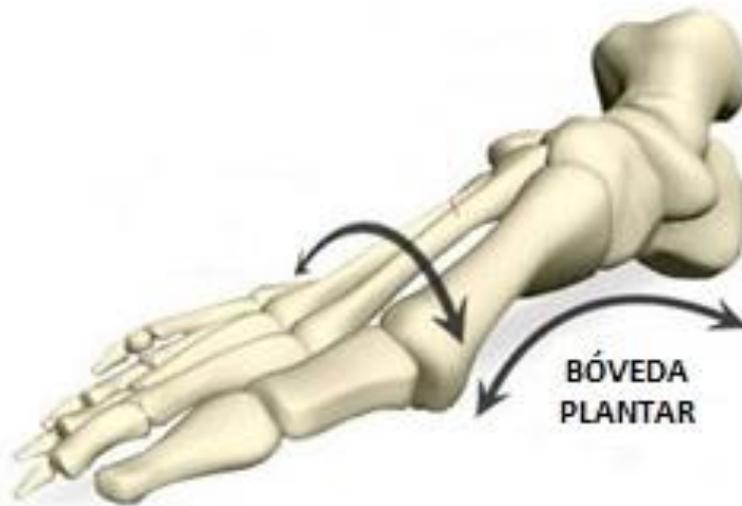


Figura 1.2: Anatomía osteo-articular del pie. Bóveda Plantar.
(Procede de <https://www.pinterest.com>)

1.1.3. Osteología del primer metatarsiano.

El primer metatarsiano (MTT) es el más corto los cinco y el más grueso, pues tiene una función fundamental en la biomecánica de la marcha². Al igual que los otros metatarsianos, tiene cabeza, diáfisis y base, y se incluye dentro del grupo de huesos largos³ (Figura 1.3).

La diáfisis presenta una curvatura de concavidad plantar. En la base tiene una cara articular proximal para la 1^a cuña².

En la cabeza, hay una cara articular, para articularse con la base de la falange proximal y la cara plantar presenta dos superficies articulares, una para cada hueso sesamoideo⁵⁶.

La cabeza del primer MTT es aproximadamente dos veces el grosor del resto de los metatarsianos⁴ y en ambos lados se describen dos pequeños tubérculos de donde se insertan los ligamentos colaterales de la 1^a articulación metatarso-falángica (AMTF)⁵. (Figura 1.3).

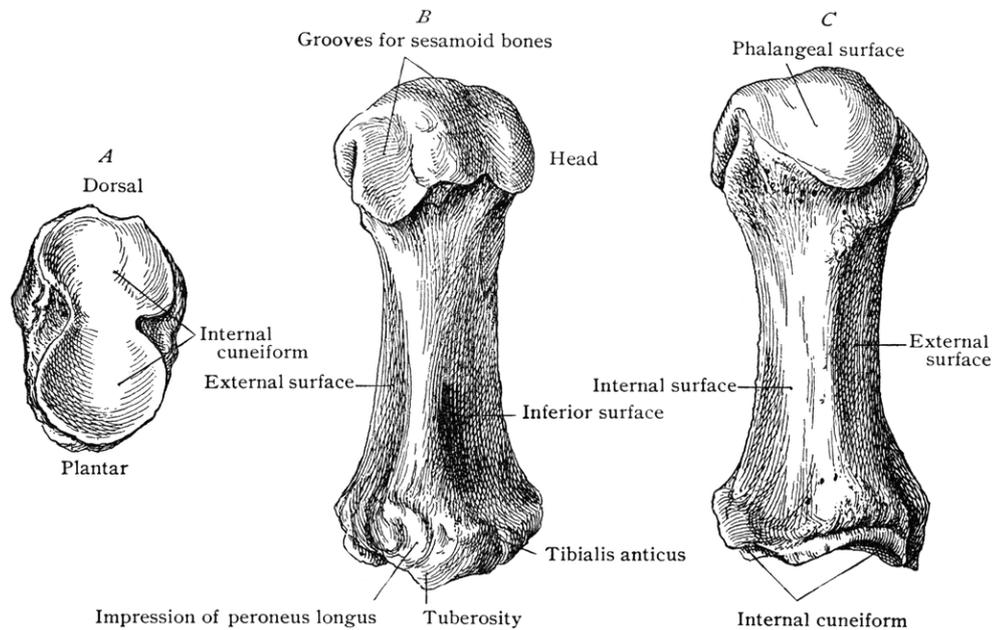


Figura 1.3: Anatomía osteo-articular del 1er metatarsiano
(Procede de <http://etc.usf.edu/clipart/>)

1.1.4. Osteología de los huesos Sesamoideos.

La cabeza del primer MTT, en su cara plantar, posee una cresta ósea y a los dos lados de esta cresta se sitúan los dos huesos sesamoideos, siendo el más grande de los dos, el medial. La cresta ósea es el único elemento que separa los dos huesos sesamoideos y la 1ª AMTF, dejando a cada lado de ella un surco para que estos huesos se articulen con el primer MTT⁶ (Figura 1.4).

Los sesamoideos están incluidos en un tejido fibroso constituido por la unión de la cápsula articular, los tendones y los ligamentos que se sitúan en la cara plantar de la 1ª AMTF. Los huesos sesamoideos se encuentran fuertemente unidos a la base de la falange proximal del 1er dedo⁷, tomando el conjunto el nombre de rodete glenososamoideo⁸. Se sabe que los sesamoideos realizan una importante función en la fase propulsiva de la marcha⁹.

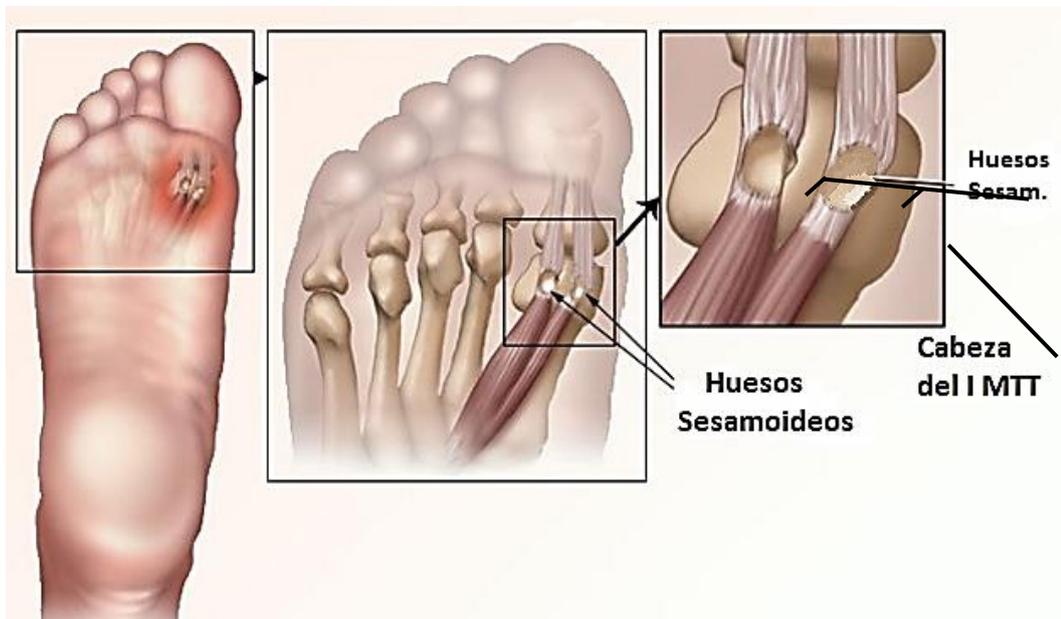


Figura 1.4: Huesos sesamoideos. Relación con el primer metatarsiano y los tendones de los músculos flexores

(Procede de <http://www.arthroscopicsurgery.gr>)

1.1.5. Osteología de la falange proximal.

La falange proximal del primer dedo es un hueso largo y se articula con la cabeza del primer MTT y con la base de la falange distal³.

La base tiene una concavidad para la cabeza del primer MTT y su cara plantar es protuberante¹⁰.

La cabeza de la falange proximal tiene una superficie con forma de tróclea para que esta se articule con la base de la falange distal, presentando dos pequeños tubérculos para la inserción de los ligamentos colaterales¹¹.

1.1.6. Osteología de la falange distal.

La falange distal es un hueso largo que se articula con la falange proximal. En su parte distal ofrece soporte al aparato ungueal¹³, siendo la base transversal, la cual presenta una prominencia ósea en la cara dorsal, donde se insertará el tendón del extensor largo del 1er dedo³.

1.1.7 Artrología del primer radio.

En el primer radio, podemos identificar dos articulaciones: la 1ª AMTF y la articulación inter-falángica (AIF).

La AMTF está formada por dos articulaciones con una cápsula común: la primera está constituida por la AMTF propiamente dicha, es decir formada por la cabeza del primer metatarsiano y la base de la falange proximal del 1er dedo. La segunda articulación se forma con la cara plantar de la cabeza del primer MTT y los dos sesamoideos. Los ligamentos colaterales garantizan la estabilidad de la cápsula articular y se dirigen desde la cara dorso-medial y dorso-lateral de la cabeza del MTT hacia los tubérculos plantares de la base de la falange proximal¹³. (Figura 1.5)



Figura 1.5: Artrología de la primera articulación metatarso-falángica
(Procede de <https://www.regenexx.com>)

La AIF del 1er dedo es una charnela y la superficie redonda de la cabeza de la falange proximal se articula con la superficie cóncava de la base de la falange distal. También los ligamentos colaterales inter-falángicos van desde los tubérculos medial y lateral de la cabeza de la falange proximal hasta la base de la falange distal. (Figura 1.5)

1.1.8 Miología

Se identifica dos complejos de músculos, los músculos extrínsecos y los músculos intrínsecos

- Músculos extrínsecos.

Los músculos extensor y flexor largo del 1er dedo, tibial anterior y peroneo largo constituyen los músculos extrínsecos (Figura 1.6). La inserción del tendón del extensor largo del 1er dedo se realiza en la superficie dorsal de la base de la falange distal y la inserción del tendón del tibial anterior se realiza en la cara medial-plantar de la primera cuña y de la base del primer MTT¹⁵.

El tendón del peroneo largo, cruza oblicuamente la cara plantar del pie envuelto en una segunda vaina sinovial, hasta terminar en la base del primer MTT¹⁴.

El tendón del flexor largo del 1er dedo cruza la primera AMTF en su cara plantar y pasa por un surco formado entre los dos huesos sesamoideos, para insertarse en la superficie plantar de la base de la falange distal.

El tendón del extensor largo del 1er dedo se queda central y dorsal al dedo que va desde la AMTF hasta la AIF, llamándolos ligamentos en capucha¹⁶.

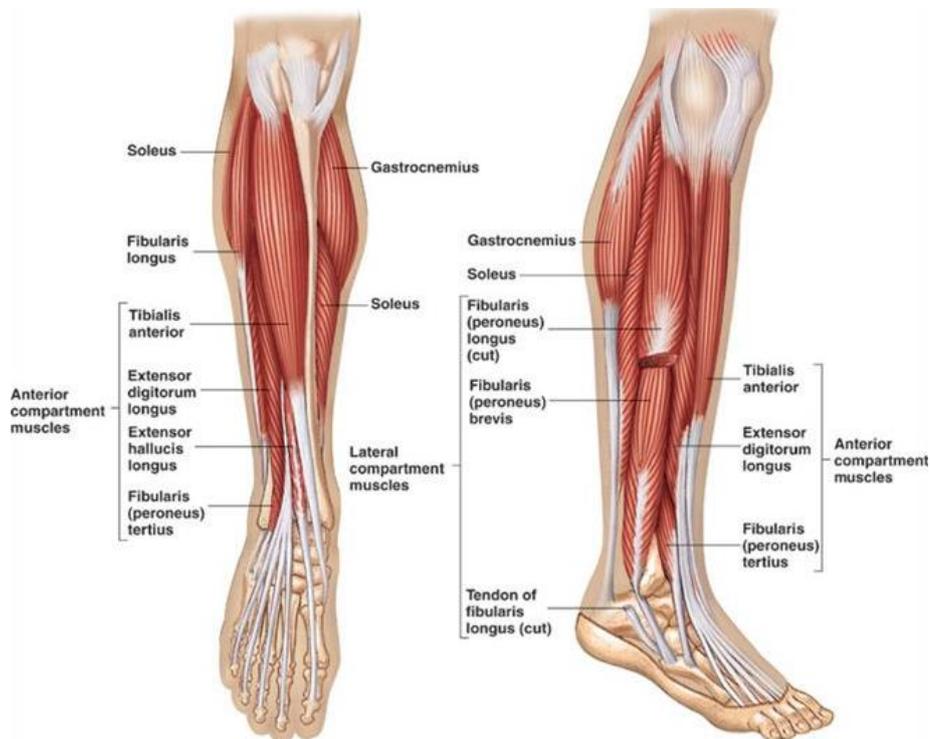


Figura 1.6: Miología. Músculos extrínsecos
(Procede de <http://slideplayer.com>)

- Músculos intrínsecos

La musculatura intrínseca del primer dedo está constituida por el abductor, el aductor, y el flexor corto del primer dedo. (Figura 1.7)

Por la cara dorsal del pie, el primer dedo junto a los tres dedos medios, comparten el músculo pedio o extensor corto de los dedos. La inserción del tendón medial del músculo pedio la realiza en la cara dorsal de la base de la falange proximal, siendo este tendón más profundo que el del extensor largo del primer dedo¹⁶.

El aductor del primer dedo termina en un tendón que engloba el sesamoideo medial y a la cabeza medial del flexor corto¹⁷.

El tendón del flexor corto del primer dedo, presenta diferentes inserciones para sus dos vientres musculares, el medial y el lateral. Se observan en la cara plantar de la base de la falange proximal del primer dedo, en la cabeza medial en su cara interna y en la lateral en su cara externa¹⁸.

El músculo abductor del primer dedo está formado por dos cabezas, una oblicua y otra transversa. La cabeza oblicua acaba en dos ramas tendinosas, una medial y otra lateral. La rama medial se une con el tendón de la cabeza lateral del flexor corto y se inserta en el sesamoideo peroneo. La rama lateral se funde con el tendón de la cabeza transversa y se inserta en la cara lateral-plantar de la base de la falange proximal del primer dedo.

Igualmente ocurre con el tendón aductor y la cabeza medial del tendón del flexor corto, los tendones del abductor y del vientre lateral del flexor corto que van unidos y se extienden desde la extremidad distal del sesamoideo lateral hasta la falange, con una banda tendinosa³. (Figura 1.7)

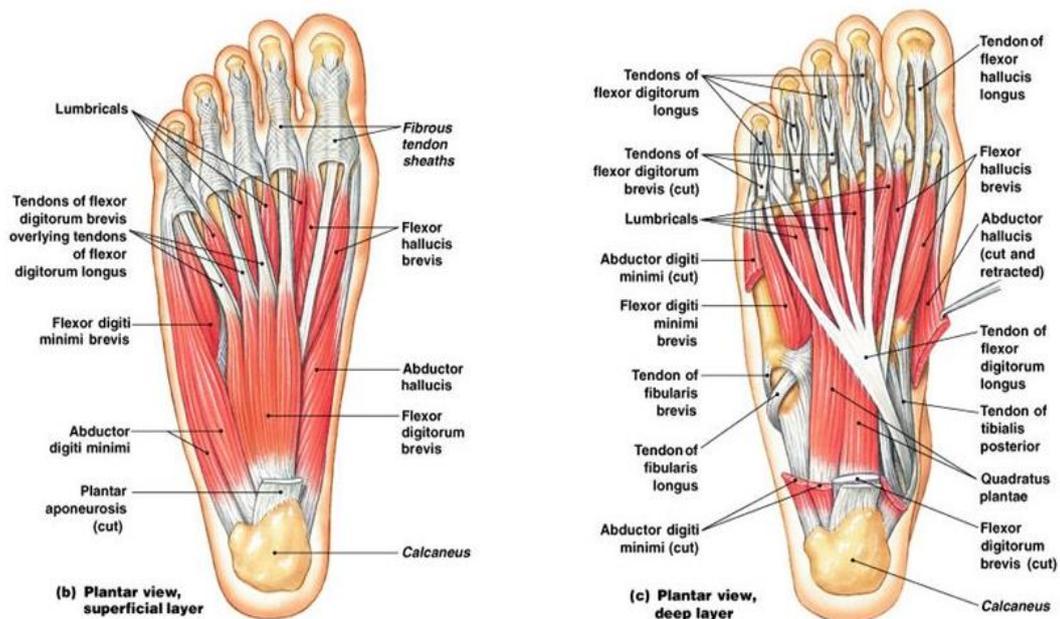


Figura 1.7: Miología. Músculos intrínsecos
(Procede de <http://slideplayer.com>)

1.1.9 Inserciones tendinosas de la primera AMTF.

La primera AMTF presenta inserciones tendinosas que garantizan la estabilidad y potencia durante la marcha. Existen cuatro grupos de músculos en esta zona¹⁹.

El tendón del flexor largo del primer dedo se coloca plantar a los huesos sesamoideos y está rodeado por su propia vaina tendinosa.

El músculo flexor corto del primer dedo se divide en una cabeza medial y otra lateral que van a insertarse en los sesamoideos medial y lateral.

El tendón del extensor largo del primer dedo está sujeto a la primera AMTF por los ligamentos en capucha.

En la base de la falange proximal se sitúa el abductor del primer dedo y medialmente el aductor del 1er dedo que refuerzan la cápsula articular de la primera AMTF.

1.2. BIOMECÁNICA DE LA MARCHA HUMANA.

1.2.1. Concepto de marcha:

En bipedestación, la estabilidad se basa en el soporte músculo esquelético garantizado por medio de los reflejos posturales, la integración de los estímulos aferentes vestibulares, visuales y propioceptivos. Las respuestas posturales a estos estímulos provocan un cambio postural que se traduce en una contracción de los músculos del tronco y de las extremidades, que corrigen y controlan el balanceo corporal y mantienen la postura vertical del cuerpo.

Una vez que se ha conseguido el equilibrio, se puede iniciar la locomoción, que se entiende como la capacidad de conservar un paso rítmico y estable. Mientras el cuerpo pivotea sobre la pierna de soporte, la otra pierna se desplaza hacia delante para preparar el siguiente apoyo.

Uno de los pies se encuentra siempre en el suelo. Existe un solo momento durante el cual ambos pies coinciden sobre el suelo y es cuando se produce el cambio del peso del cuerpo de una pierna a la otra; ese momento se llama: el período de doble.

El pie es el elemento más importante en el mecanismo de la marcha, en cuanto está preparado a recibir toda la carga del cuerpo. Al incrementar la velocidad de la marcha, los períodos de apoyo bipodal van reduciéndose hasta ser sustituidos por breves momentos en los que los dos pies se hallan en el aire; llamamos esta fase de oscilación²⁰.

La marcha humana se compone entonces de una serie de movimientos rítmicos y continuados de las extremidades y del tronco que provocan un desplazamiento hacia delante del centro de gravedad y que permiten el paso^{21, 22}.

1.2.2 Ciclo de la marcha humana:

El ciclo de la marcha se define, como “el periodo de tiempo que transcurre entre el contacto del talón con el suelo y el momento en que el mismo talón toca el suelo de nuevo en el siguiente paso”²³.

El ciclo de la marcha se divide en dos momentos: la fase de apoyo y la fase de balanceo. Estas fases ocupan respectivamente el 60% y el 40% del ciclo de la marcha. En situaciones normales, el ciclo de la marcha dura alrededor de 1 segundo, entonces la fase de apoyo dura 0,6 segundos y la de balanceo 0,4 segundos^{23,24}.

● Fase de apoyo:

La fase de apoyo, se divide en tres momentos²³:

a) Momento de contacto. Empieza con el contacto de talón al suelo y acaba con la carga completa del pie. El contacto con el suelo se inicia por la zona postero-externa del talón, porque la articulación sub-astragalina se mantiene en una posición de supinación en este periodo. Posteriormente la articulación sub-

astragalina prona y eso permite al pie tocar completamente el suelo y así absorber y disminuir las fuerzas reactivas²⁵. (Figura 1.8)

b) Momento de apoyo medio. Se identifica con el apoyo completo del pie y acaba cuando el talón se eleva del suelo. Es el periodo más largo y ocupa el 40% de la fase de apoyo. Su duración es de alrededor de 0,24 segundos. La pierna contralateral comienza su fase de balanceo, favoreciendo la rotación externa de la pierna que se encuentra en la fase de apoyo. (Figura 1.8)

c) Momento propulsivo. En el momento que el talón se levanta del suelo, empieza el periodo propulsivo. En una situación normal, ocupa el 30% final de la fase de apoyo y dura alrededor de 0,2 segundos. (Figura 1.8)



Figura 1.8: Biomecánica de la marcha. La fase de apoyo
(Procede de <https://footlogics-medical.com.au>)

● Fase de balanceo:

Supone el 40% del ciclo de la marcha y aproximadamente los últimos 0,4 segundos. La fase de balanceo empieza con el despegue de los dedos del suelo, y acaba con el contacto de talón.

Se aíslan dos momentos en la marcha. En la primera mitad, el tobillo se flexiona dorsalmente y la pierna se mueve hacia delante. Durante la segunda mitad, las articulaciones y la musculatura se preparan para amortiguar las fuerzas de reacción del suelo, antes de que la otra pierna vuelva en la fase de apoyo.

1.2.3 Función del primer radio.

La función principal del primer radio en la marcha se realiza durante el periodo propulsivo²⁶, o sea cuando el talón se levanta del suelo para permitir al pie de convertirse en una palanca rígida. (Figura 1.9)



Figura 1.9: La función del primer radio durante la marcha
(Procede de <http://www.physio-pedia.com>)

El músculo peroneo lateral largo y el tibial posterior son los dos músculos fundamentales en este momento y trabajan de forma sinérgica^{27,23}. El peso del cuerpo será transmitido gracias a un desplazamiento anterior del tronco y por tanto del centro de gravedad.

La supinación de la articulación sub-astragalina en este momento es imprescindible y confiere un brazo de palanca eficaz y capaz de transmitir el peso corporal hacia medial.

La flexión plantar del primer MTT alcanza un rango de movimiento de unos 65° de extensión con la cabeza del primer MTT, necesarios para un despegue eficaz^{28,29}.

Puesto que el primer radio es diferente del resto por su estructura intrínseca y posición anatómica en relación a su importancia en el soporte de la carga, las

patologías a este nivel pueden causar alteraciones importantes en las funciones biomecánicas²⁹.

1.3. HALLUX VALGUS.

El Hallux Valgus (HV) es una deformidad de la AMTF del primer radio del pie. Se considera por definición como una deformidad progresiva y de etiología multifactorial.

El HV está caracterizado por la desviación medial del primer MTT asociado a una desviación lateral y/o rotación del hallux que juntos dan lugar a la formación de una prominencia ósea en la cara medial de la cabeza del primer MTT, la “eminencia medial” o “exostosis” o “juanete”^{30,31,32}.

Al desviarse lateralmente, las partes blandas laterales se retraen, mientras que se debilitan las partes blandas mediales. Esta retracción produce el desplazamiento o la subluxación de los sesamoideos respecto a la superficie plantar del primer MTT. Este fenómeno se llama, de forma incorrecta, subluxación de los sesamoideos, aunque realmente es el primer MTT el que se desplaza medialmente y no lo contrario³¹.

Paralelamente a las alteraciones descritas, se verifica la aparición de una protrusión ósea dolorosa (exostosis, eminencia medial o juanete) que se localiza en la cara medial de la cabeza metatarsal⁷ (Figura 1.10).

Muchas veces la exostosis es el componente más visible del HV que oculta la desviación medial del primer MTT.

Un aumento de la desviación del primer MTT, asociado a una desviación lateral del primer dedo, hace que la eminencia medial sea prominente y dolorosa a causa del calzado.

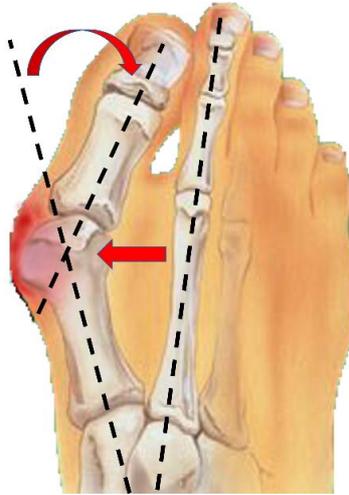


Figura 1.10: El HV. Desviación medial del primer MTT. Desviación lateral del 1er dedo. Exostosis o eminencia medial.

(Procede de <http://www.ortopedica.si>)

A pesar de las alteraciones angulares, la sintomatología del HV no es constante y la repercusión estética es uno de los principales motivos de consulta.

La deformidad determina una mayor anchura del pie, que genera un problema de espacio con el calzado. Este fenómeno desencadena un proceso inflamatorio de los tejidos blandos periféricos. En las fases iniciales el paciente refiere dolor en la primera AMTF debido al conflicto de la eminencia medial con el calzado³³. En estadios más evolucionados, se aprecia la coexistencia de diferentes queratopatías³⁴.

Desde el punto de vista biomecánico, está demostrado que el HV induce cambios en la distribución plantar del peso corporal. Estos cambios provocan unos trastornos biomecánicos que afectan principalmente en el periodo propulsivo de la marcha³⁵. En su inicio, el HV afectará el periodo propulsivo de la marcha determinando un incremento de las presiones plantares bajo la zona de apoyo de la AMTF^{36,37,38}.

El HV es ocho veces más frecuente en las mujeres que en los hombres³². Esta diferencia de ratio entre mujeres y hombres puede estar justificada por la combinación de una predisposición genética³⁹ y el uso prolongado de un calzado no adecuado⁴⁰. La edad de comienzo de la deformidad es un argumento muy controvertido y algunos estudios sugieren que la edad de comienzo de la deformidad se sitúa entre 30 y 50 años de vida^{44,45,46}. Por otro lado, es bien conocido que la prevalencia aumenta con la edad, con porcentajes que llegan al 55% en la población mayor de 65 años^{47, 48}. Aunque la prevalencia del HV en la población es desconocida, algunos estudios hablan de un porcentaje entre el 4% y el 48% de la población^{41,42,43}.

En un estudio reciente prospectivo de Coughlin y Jones, se evaluó a 103 pacientes con HV tratados por deformidades entre moderadas y severas³⁰. El resultado que obtuvieron fue el siguiente:

- El 83% de los pacientes tenían antecedentes familiares de HV.
- El 71% de los pies con HV tenían la longitud del primer MTT aumentada respecto al segundo MTT.
 - El 71% de los pies tenía la superficie de la AMTF ovalada o curvada.
 - El 32% de los pies tenía asociado un metatarso adductus.
 - El 34% de los pacientes consideraba que la causa de su dolor radicaba en el desgaste del calzado o en el uso de calzado especial, por ejemplo, botas de protección, etc.
- El 23% de los pies tenía un “plantar gapping” en la primera articulación metatarso-cuneiforme (MTC).
- El 13% de los pies presentaba el mayor grado de movilidad que establece el sistema de Klaue⁴⁹. Para el primer MTT, el límite máximo de movimiento que establece este dispositivo es de 9 mm.

Se ha asociado el HV con el proceso de degeneración senil, factores hereditarios, factores ocupacionales, pero el calzado es indudablemente el aspecto extrínseco más relacionado con el HV. Además, las tendencias de la moda y la presión de las medias han conducido a la mujer, a utilizar un tipo de calzado claramente insano, aumentando la altura del talón y disminuyendo la anchura en la punta.

1.3.1. Patogénesis

En los estadios iniciales del HV, las fuerzas deformantes son los mismos músculos intrínsecos, que normalmente actúan como estabilizadores de la AMTF.

La combinación de la desviación medial del primer MTT y la desviación lateral del 1er dedo es responsable de una contractura lateral de la cápsula articular de la primera AMTF y de una laxitud capsulo-ligamentosa medial.

Debido a la rotación que sufre el dedo, el aductor del primer dedo se sitúa en la cara plantar de la 1ª AMTF, perdiendo su función de aductor y convirtiéndose así en un flexor plantar puro.

El tendón del abductor tira de la falange proximal y actúa a modo de cuerda de arco (Figura 1.11).

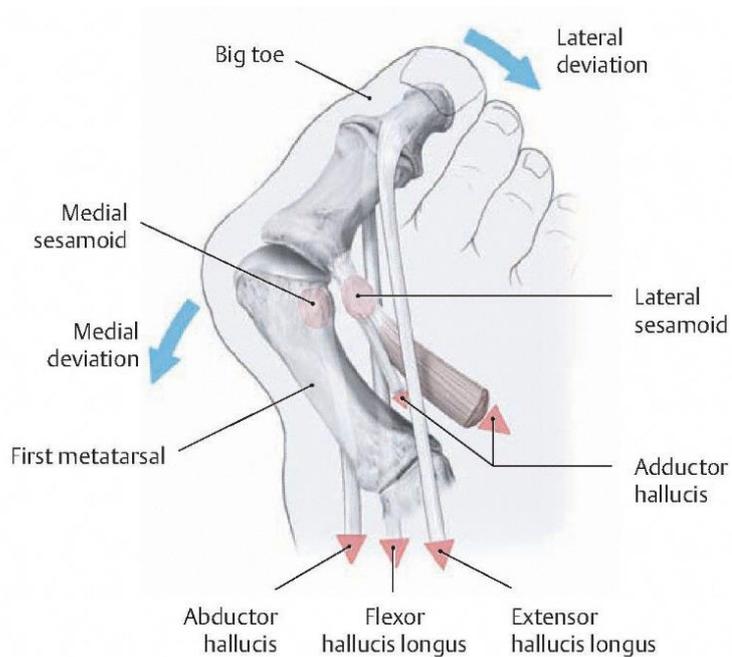


Figura 1.11: Modificaciones del HV.
Desequilibrio músculo-tendinoso en el HV.
(Procede de <https://www.pinterest.com>)

Iida y Basmajian⁵⁰ compararon con estudio de electromiografía las respuestas de los tres músculos: flexor corto del primer dedo, abductor y aductor en pies con HV y en pies normales. En el grupo con HV pudieron comprobar que había una debilidad de las fuerzas musculares mediales y que existía una contractura de los tejidos laterales.

La respuesta de aducción de la 1ª AMTF resultó ser cero, debido al hecho que el tendón abductor se encontraba contracturado. Diferentes autores han señalado al desequilibrio músculo-tendinoso como uno de los factores más importantes en el desarrollo del HV.

1.3.2. Etiología.

La etiología del HV se considera multifactorial, siendo una opinión común la existencia de factores agravantes de la patología, pero no hay evidencia sobre el nivel de implicación de cada uno de ellos en el desarrollo del HV^{8,43}. Entre los factores predisponentes se diferencian factores intrínsecos y extrínsecos.

a) Factores intrínsecos: Entre ellos destacan los factores genéticos, factores morfológicos, el género, la edad, y alteraciones biomecánicas del pie.

1. Factores Genéticos.

EHardy y Clapham (1951)⁵¹ mostraron una relación familiar en el 65% de los pacientes con HV que tenían familiares con la misma patología. Igualmente, Coughlin (1995)^{44,45} reportó un 94% de descendencia directa del HV en los componentes de sexo femenino de la misma familia. Pique-Vidal, Sole et al.³⁹ en un estudio reportaron que la familiaridad del HV estaba presente hasta en un 90% de los pacientes, con una transmisión familiar directa que incluye hasta tres generaciones.

2. Factores morfológicos.

Hay muchos factores morfológicos que pueden ser predisponentes en el desarrollo del HV como, por ejemplo, la forma de la cabeza del primer MTT, su longitud relativa con respecto a los otros, y la forma de la articulación MTC

En anatomía, se han descrito cuatro formas de cabeza: cuadrada, redonda, plana (con cresta central) y normal⁹⁸. Las cabezas cuadradas, planas y normales resisten mejor a las fuerzas deformantes, mientras que una cabeza redonda permite más fácilmente el desplazamiento lateral del primer dedo.

También la longitud relativa del primer MTT con respecto a los otros, puede ser una causa del HV. Un primer MTT más largo que el segundo con una falange proximal larga, es un factor que favorece la desviación del primer dedo, debido a las fuerzas deformantes del calzado. Por el contrario, un primer MTT más corto que el segundo produce una insuficiencia del primer radio y un aumento de las fuerzas deformantes⁵².

La articulación MTC puede tener tres formas: cuadrada, redonda y oblicua medialmente. La forma horizontal de la primera cuña se opone más al aumento del ángulo intermetatarsal (AIM), mientras que la articulación oblicua o redondeada se oponen menos, debido a sus formas intrínsecas^{52,53,54}.

Muchos autores han querido poner en relación las características anatómicas del primer MTT, con el desarrollo del HV por generos⁵⁵. De hecho las mujeres presentan el primer MTT más aducido que los hombres. Esto indica que el primer MTT femenino tiene potencialmente más posibilidades de desplazarse en aducción⁸⁵. Puesto que el HV es una deformidad progresiva, mujeres en la quinta o sexta década de la vida son más propensas a padecer esta patología^{44,45}.

b) Factores extrínsecos.

Como factores extrínsecos destacan la ocupación de la persona y principalmente el tipo de calzado.

1. Ocupación de la persona.

Algunos trabajos pueden obligar al paciente a mantener una flexión forzada de la primera AMTF durante mucho tiempo como es el caso de bailarinas y de muchas otras actividades laborales o deportistas^{56,57,58}.

2. Calzado.

Los calzados se consideran como uno de los factores extrínsecos que más pueden agravar el desarrollo del HV^{56,157,58}, de hecho diferentes estudios han mostrado que el HV es una enfermedad solo en poblaciones calzadas⁵⁹. Coughlin y Thompson⁶⁰ encontraron no solo una mayor prevalencia de HV en mujeres americanas de 40-60 años, sino también una relación significativa con el tipo de calzado utilizado estrecho y con un talón alto.

Todos estos datos apoyan la hipótesis de que el calzado es uno de los factores extrínsecos más importantes en el desarrollo del HV^{61,62}, pero eso no significa que todos los individuos que llevan calzado estrecho y de talón alto, desarrollan el HV.

Entonces este dato confirma la hipótesis que existen factores intrínsecos predisponentes que hacen que algunos pacientes sean más sensibles al desarrollo de la deformidad en asociación a factores extrínsecos como el calzado estrecho y de talón alto⁶².

3. Alteraciones biomecánicas.

El exceso de pronación es el factor biomecánico más importante en el desarrollo del HV.

En un estudio, Root, Weed et al.²⁶ concluyeron que la deformidad tendría la siguiente evolución. Inicialmente, la excesiva pronación de la articulación subastragalina causa una hiper-movilidad rotacional e inestabilidad del primer segmento dígito-metatarsal, que se asocia a un exceso de dorsiflexión e inversión del 1er MTT. La hiper-movilidad rotacional del 1er MTT produce el estiramiento del ligamento sesamoideo tibial, que ocasiona una contracción secundaria del

ligamento sesamoideo peroneal⁶³ y un desplazamiento lateral de todo el complejo gleno-sesamoideo.

Con el tiempo aumenta la abducción del primer dedo y como efecto de su rotación, el músculo aductor se desplaza en posición plantar y se convierte en un flexor plantar puro.

El flexor y extensor largo actúan a modo de cuerda de arco, contribuyendo al desarrollo de la deformidad. Estos cambios llevan también una adaptación ósea con el consecuente acumulo en cara medial de la cabeza del primer MTT.

1.3.3. Clínica

La clínica del HV es muy variada y el primer signo evidente para los pacientes es la desviación del 1er dedo y la aparición de la eminencia medial. Esto produce problemas de conflicto con el calzado y el paciente suele sufrir dolor en toda la primera AMTF, debido a la irritación del nervio cutáneo dorsal del primer dedo. El roce del calzado puede provocar, además, una inflamación de la bursa situada sobre la eminencia medial.

Puede existir dolor relativo a la presencia de hiperqueratosis plantar en la cara medial del primer MTT⁶⁴ y por debajo de las cabezas de los otros metatarsianos laterales, por transferencia de la carga. Se pueden asociar igualmente problemas de la uña⁶⁵ y en estadios posteriores, si el HV sigue evolucionando, puede desviar al segundo dedo, provocando la típica deformidad en martillo del segundo dedo.

1.3.4 Clasificación del hallux valgus

Existen diferentes tipos de clasificación del HV en relación con los criterios seleccionados. En función de su presentación clínica el HV se clasifica como:

- Hallux Valgus en el ante pie triangular.

La progresión del HV se caracteriza por la marcada desviación lateral de la falange proximal, contractura de la cápsula articular lateral y coexistente relajación de la cápsula articular medial, presencia de una voluminosa pseudo-

exostosis medial del 1er MTT, aumento del AIM, y desplazamiento de los sesamoideos con respecto a la cabeza metatarsal.

- Hallux Valgus congénito.

Caracterizado por su aparición antes de los 15 años de edad. Muy típica es la displasia de la AMTF asociada con la erosión de la cresta inter-sesamoidea, y atrofia del sesamoideo lateral. No hay trastornos del cartílago de crecimiento epifisario de la base del primer MTT y de la falange proximal en los pacientes jóvenes.

- Hallux Valgus inter falángico.

Representa la desviación lateral del primer dedo debido a un evidente problema de la AIF. Se trata de una deformidad ósea de la falange proximal. Ocasionalmente se puede evaluar la presencia de una prominencia ósea sobre la AIF que puede dar lugar a la formación de un callo doloroso

- Hallux Valgus por prominencia de la cabeza metatarsal.

Consiste en el engrosamiento de la cabeza del primer MTT, asociada a una leve desviación de la falange proximal.

En 2001, Garow et al⁶⁶ describen una técnica de clasificación del HV, en relación a su desarrollo, validada por medio de una serie de fotografías (Figura 1.12) diseñadas para esta finalidad. Esta clasificación toma el nombre de “escala Manchester”.

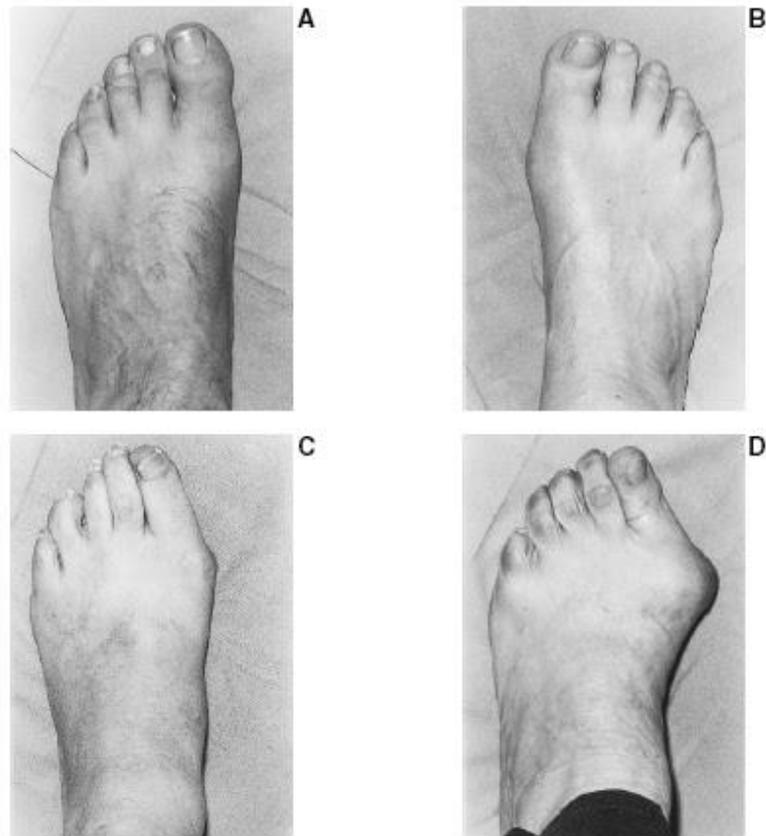


Figura 1.12: Escala Manchester

(Procede de <http://podolandia.blogspot.com.es>)

A: Grado 1 (no deformidad). B: Grado 2 (deformidad leve). C: Grado 3 (deformidad moderada). D: Grado 4 (deformidad severa)

1.4. MEDICIONES RADIOGRÁFICAS

En la práctica clínica, la evaluación pre-quirúrgica del tratamiento del HV consiste en la medición de ángulos sobre la radiografía en carga en una proyección dorso-plantar. Los 2 principales parámetros que se considera indicadores de la severidad de la deformidad son el primer ángulo intermetatarsal (1er AIM) y el ángulo de Hallux Valgus (AHV)⁶⁸.

El primer AIM está formado por la intersección de la bisección longitudinal de las diáfisis del primero y segundo metatarsianos⁵¹. Se marcan 4 puntos de referencia en correspondencia de la cortical lateral y medial en la diáfisis de primer y segundo MTT, descartando la base y la cabeza. Se procede entonces a marcar los puntos medios calculado entre los puntos tomados como referencia. Para trazar el eje diafisario, se unen los puntos medios de cada MTT. Este proceso de medición, validado y aceptado en la literatura, se considera como el “gold standard” para la medición de este ángulo⁶⁸. Igualmente, el AHA está formado por la intersección de la bisección longitudinal de la diáfisis del primer MTT y la de la falange proximal del 1er dedo.

1.4.1. Mediciones radiográficas fisiológicas.

En el pie normal el valor fisiológico del primer AIM se considera normal entre de 0 y 10°, mientras que para el AHA se sitúa entre 5 y 10° (Figura 1.13). Si el 1er AIM resulta anormalmente aumentado, se habla de primer metatarsus aducto o metatarsus primus varus.

El AHA se considera patológico cuando es superior a 15°^{69,59}.



Figura 1.13: Mediciones radiográficas fisiológicas. AHA: 10° , AIM: 8.7°

1.4.2. Mediciones radiográficas patológicas.

Radiológicamente el HV se define leve (Figura 1.14 A) cuando el 1er AIM se sitúa entre 10° y 13° , y un AHA por debajo de 20° .

El HV moderado (Figura 1.14 B) presenta el primer AIM entre 13° y 16° y un AHA entre 20° y 40° .

Hablamos de HV severo cuando el AIM es mayor de 16° y el AHA resulta ser mayor de 40° (Figura 1.14 C).



Figura 1.14: Mediciones radiográficas patológicas

(A): Hallux Valgus leve: AHA: 30°. AIM: 11°.

(B): Hallux Valgus moderado: AHA: 32.7°. AIM: 16.3°.

(C): Hallux Valgus severo: AHA: 45°. AIM: 21.3°

1.5. TRATAMIENTO QUIRÚRGICO DEL HALLUX VALGUS

En los estadios iniciales del HV, los tratamientos conservadores como las ortesis de silicona o las plantillas ortopédicas pueden ayudar a aliviar el dolor y frenar el desarrollo de la patología⁷¹. Si la deformidad aumenta, la corrección quirúrgica será la única solución para restaurar la alineación del primer radio y evitar entonces los procesos dolorosos⁷¹.

La cirugía correctiva del HV deben considerarse solo cuando el dolor limita las normales actividades diarias. En la literatura se han descrito más de 100 procedimientos que pueden aplicarse al tratamiento del HV. La técnica será elegida tomando en consideración principalmente la evolución de la deformidad basada en las mediciones radiológicas⁷², la edad y el nivel de actividad, para cada caso en particular. La duración del período de recuperación variará de acuerdo a la técnica elegida.

Los objetivos de la cirugía de corrección del HV no sólo consisten en corregir el AIM y el AHV, sino también están dirigidos a restablecer el normal soporte del peso sobre el primer radio, la relación articular entre el primer MTT y el complejo metatarso-sesamoideo y la congruencia de la AMTF.

El primer tratamiento quirúrgico para corregir la deformación fue descrito por Reverdin, el 4 de mayo de 1881, en un informe entregado a la Sociedad Médica de Genfer⁷³. La técnica descrita por Reverdin era la precursora de todos los procedimientos que tienen por objeto la corrección del HV mediante osteotomía. (Figura 1.15 e Figura 1.16).

Desde su descripción, la técnica de Reverdin ha sufrido muchas modificaciones y, en la actualidad, las intervenciones propuestas para la corrección del HV van desde la simple osteotomía metatarsal, hasta un complejo conjunto de gestos quirúrgicos sobre las partes blandas, en un esfuerzo constante dirigido a conseguir una corrección eficaz de la deformidad.

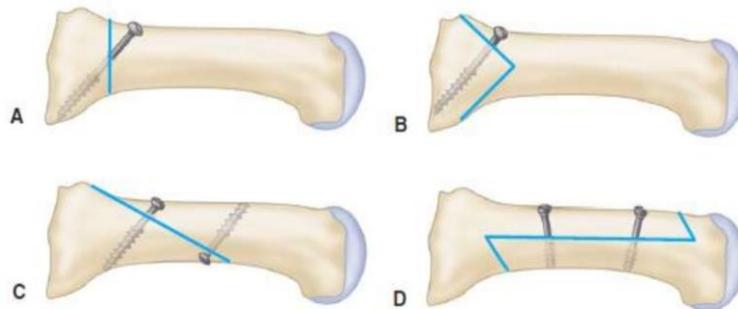


Figura 1.15: Algunas de las más comunes osteotomías proximales y diafisarias
(Procede de <https://www.slideshare.net/>)

A: Crescent Proximal. B: Chevron Proximal. C: Ludloff. D: Scarf
(Procede de <https://www.slideshare.net/>)

En la planificación pre operatoria el tipo de osteotomías del primer MTT y la técnica quirúrgica a emplear, se basan en el grado de deformidad⁷⁴ evaluado con el cálculo de los ángulos patológicos en la radiografía dorso-plantar en carga.

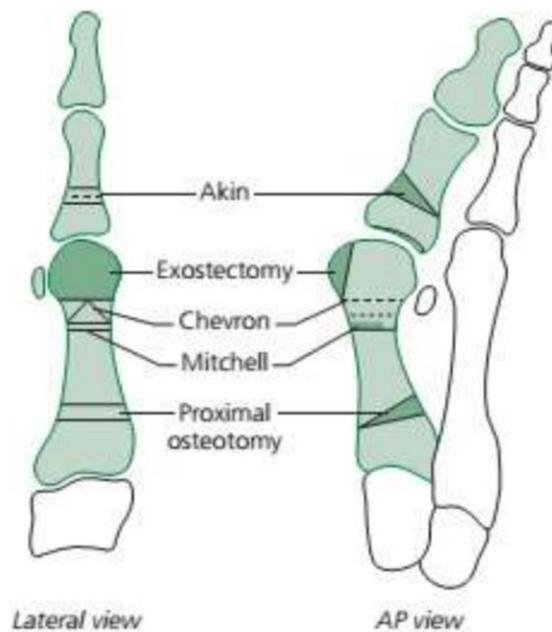


Figura 1.16: Representación esquemática de algunas de las posibles osteotomías metatarsales. (Procede de <https://www.slideshare.net/>)

Las osteotomías distales se han defendido para la corrección del HV leve y moderado (AIM menor de 16 grados)³¹. Entre las numerosas osteotomías distales disponibles se menciona la osteotomía distal de Chevron⁷⁵, la bunionectomía, la osteotomía de Borch, de Isham⁷³, de Mitchell⁷⁶⁻⁷⁷, etc. (Figura 1.17 y Figura 1.18).

Las complicaciones potenciales relacionada con estos procedimientos incluyen la consolidación viciosa, la pseudo-artrosis⁷⁸ y la necrosis avascular⁶.

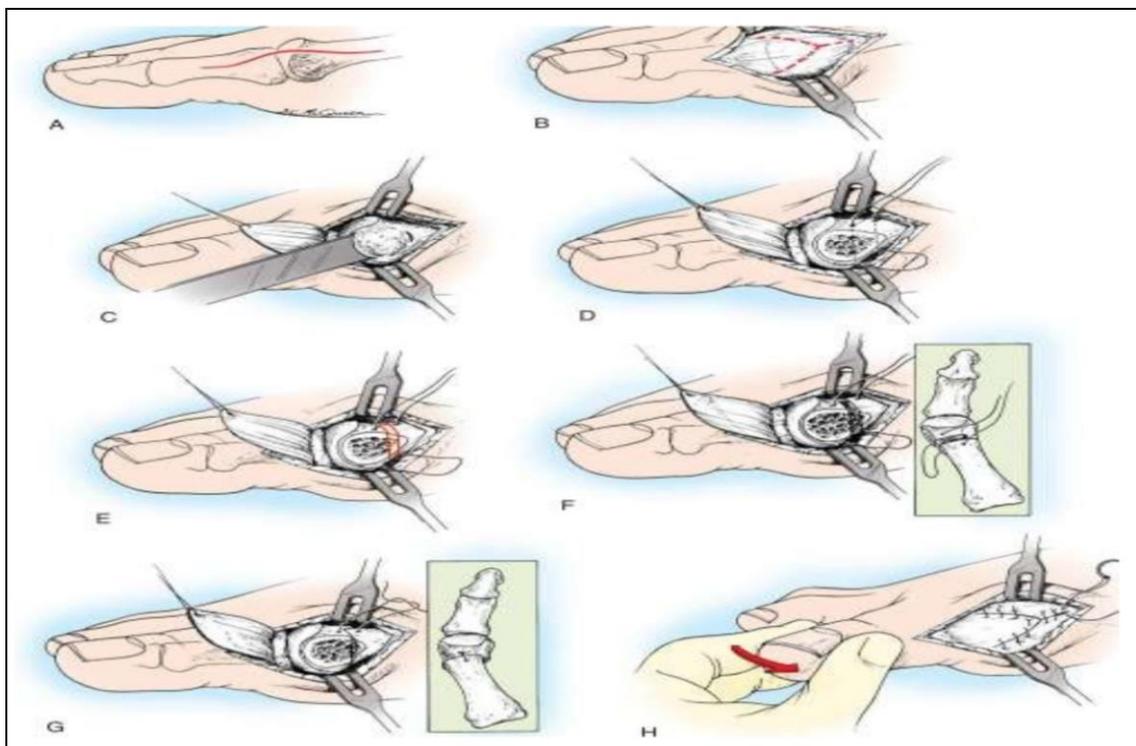


Figura 1.17: Ejemplo de osteotomía distal. La osteotomía de Mitchell
(Procede de <https://www.slideshare.net>)

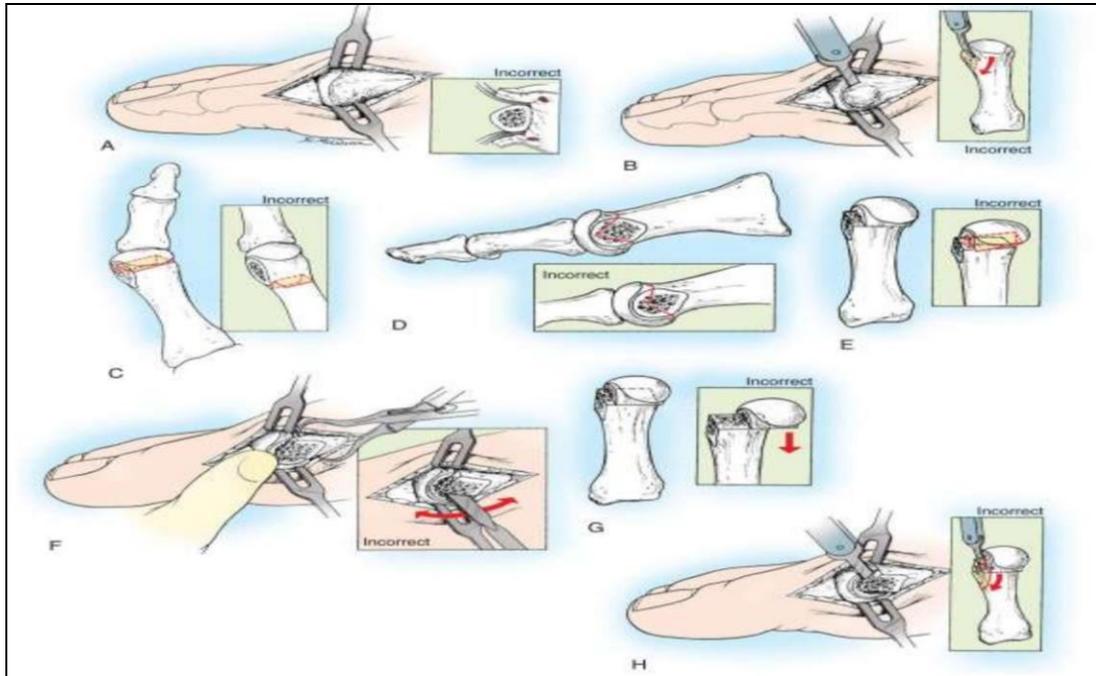


Figura 1.18: Ejemplo de osteotomía distal. La osteotomía de Chevron
(Procede de <https://www.slideshare.net>)

Las osteotomías proximales se han recomendadas para la corrección de una deformidad con un AIM mayor de 20 grados⁷⁹. Las osteotomías proximales y diafisarias incluyen la Chevron Proximal⁷⁹, la Scarf (Figura 1.20), la Crescent⁸⁰, la Ludloff⁸¹ (Figura 1.19), la osteotomía a cuña de cierre lateral proximal y la osteotomía Mau^{82,77}.

Las posibles complicaciones asociadas a las osteotomías proximales son el excesivo acortamiento del primer MTT, la pérdida de fijación, la consolidación retardada o pseudo-artrosis, la consolidación viciosa y en último, la elevación del primer radio⁸³⁻⁸⁴.

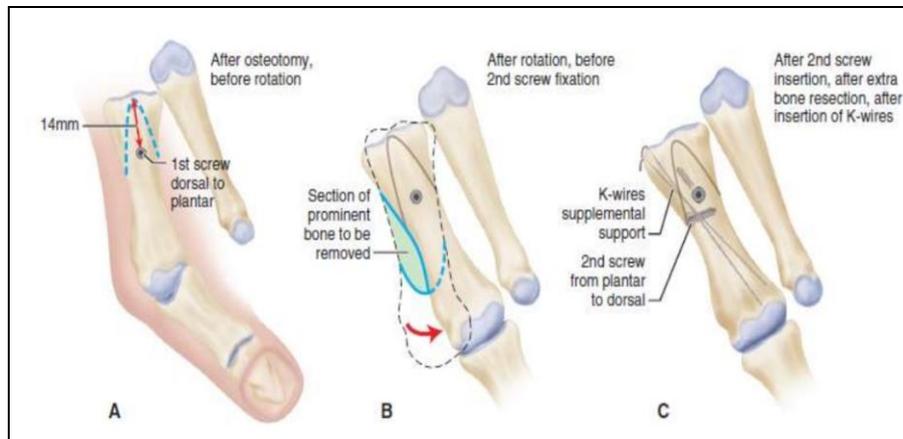


Figura 1.19: Ejemplo de osteotomía proximal. La osteotomía de Ludloff (Procede de <https://www.slideshare.net>)

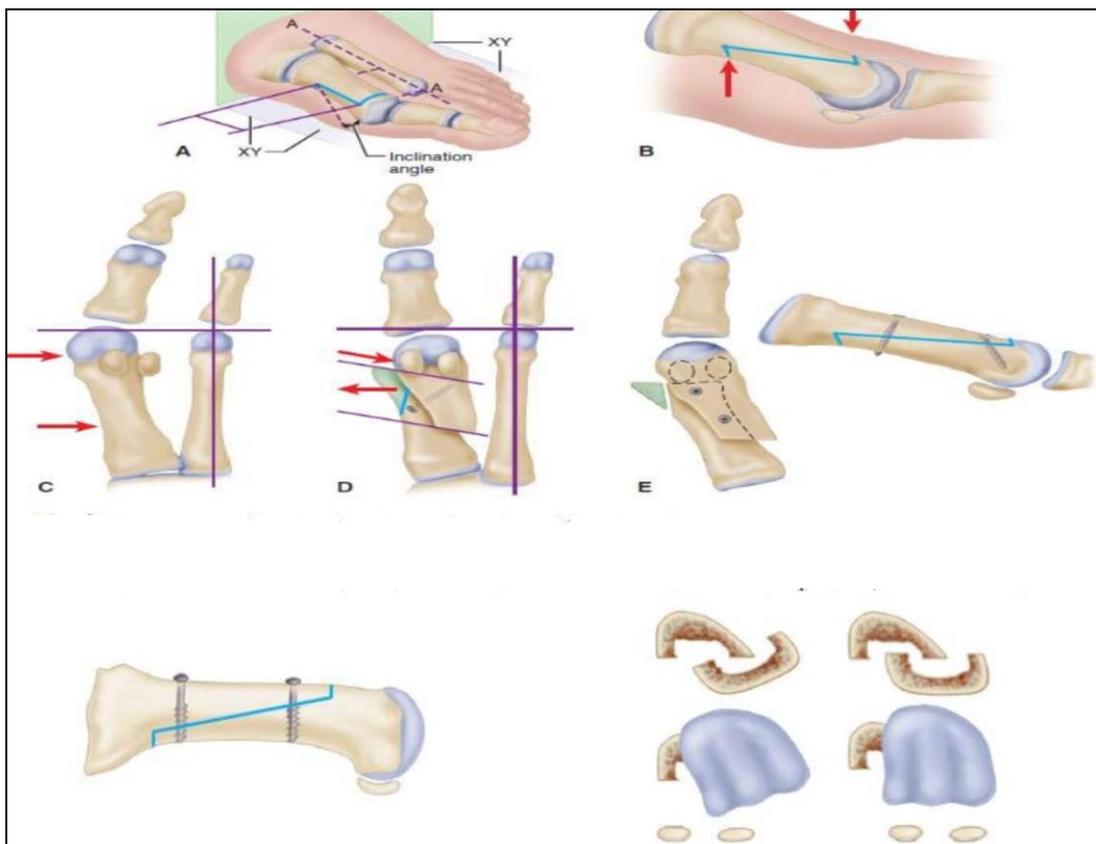


Figura 1.20: Ejemplo de osteotomía diafisaria. La osteotomía de Scarf (Procede de <https://www.slideshare.net>)

Si bien, varias técnicas quirúrgicas han sido descritas y detalladas en la literatura, una revisión sistemática de los trabajos publicados en el año 2004 concluyó que no había pruebas concluyentes de las ventajas de unos métodos sobre otros⁸⁵.

Los principales problemas de la deformación del HV están identificados en la desviación del 1er dedo, en el aumento del AIM, en el desequilibrio de los tejidos blandos adyacentes al 1er dedo y a la presencia de la exostosis medial. Entonces resulta lógico pensar que la técnica quirúrgica ideal debe poder alinear el primer radio, eliminar la exostosis ósea de la cabeza metatarsal y restaurar la armonía entre los tejidos blandos.

1.5.1. Técnicas de re-equilibrio de los tejidos blandos distales.

El re-equilibrio de los tejidos blandos distales en la AMTF es muy importante para conseguir una buena corrección del HV.

Los gestos practicables son: la desinserción del tendón abductor del primer dedo y la liberación de la capsula lateral, permitiendo entonces que la falange proximal pueda ser alineada sobre la cabeza del primer MTT.

A su vez, se realizará la exéresis de la exostosis ósea, conocida como exostosectomía. Con el fin de re-equilibrar los tejidos blandos, Silver⁸⁶ describió su método de capsulorrafia de la primera AMTF en la corrección del HV. En un segundo momento Fuld⁸⁷, propuso una técnica de incisión dorso-medial, por medio de la cual se podía realizar la resección de la exostosis medial y la sutura de la capsula. También se realizaba la tenotomía del abductor del primer dedo en su inserción a la base de la falange proximal y la liberación lateral de la cápsula articular.

Esta técnica fue modificada posteriormente por McBride⁸⁸ (Figura 1.21), quién propuso la extirpación del sesamoideo lateral y transposición del tendón

abductor a nivel de la superficie lateral de la cabeza del primer MTT en un esfuerzo de conseguir una reducción anatómica del AIM.

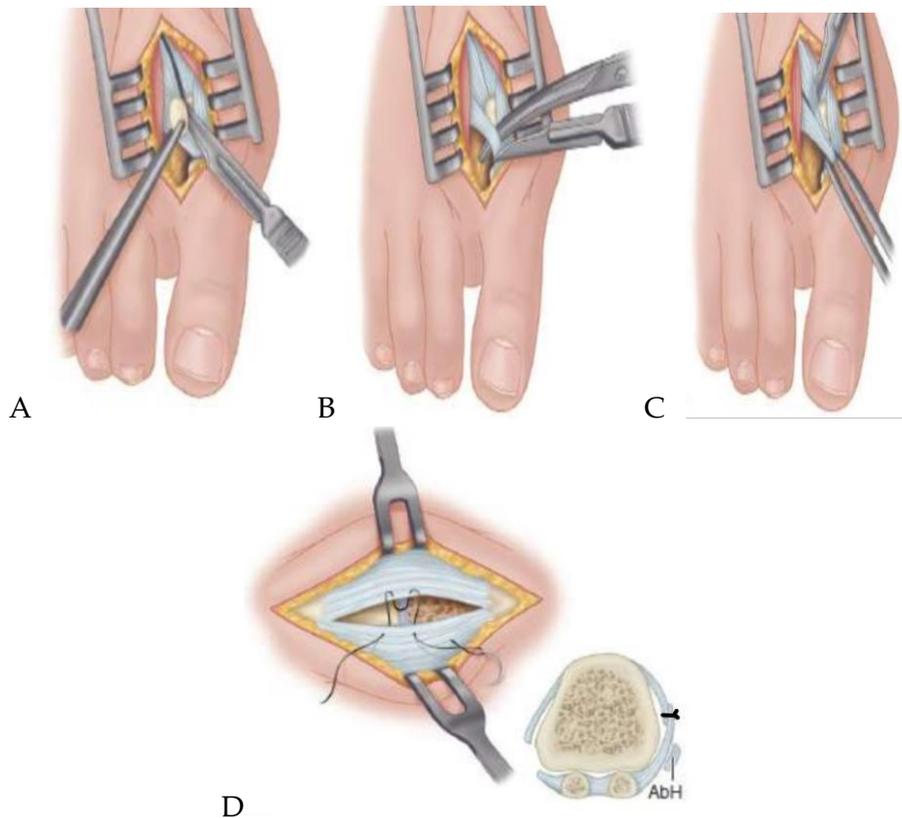


Figura 1.21: Técnica de McBride.

A: Extirpación del sesamoideo lateral

B: Tenotomía del abductor a la base de la falange

C: Transposición del abductor a la cabeza del 1er MTT

D: Capsulorrafia

(Procede de <https://www.slideshare.net>)

Puesto que la patología del HV destaca por un desequilibrio de la cápsula articular y de los tejidos blandos adyacentes, la intervención quirúrgica debe entonces restaurar el equilibrio ligamentoso de dicha articulación. Las técnicas de relajación de los tejidos blandos, entendidos como procedimientos aislados, sólo deben ser empleados en una alteración del AIM inferior a 13°⁸⁹. La desviación lateral del 1er dedo produce una mayor tracción del tendón del abductor, que

permanece contracturado e impide una correcta alineación del primer dedo y del primer metatarsiano. Por ello, el tendón del abductor debe ser desinsertado de la falange proximal^{86,88}. A su vez la zona lateral de la cápsula articular, que se encuentra contracturada, deberá ser seccionada para permitir su relajación.

1.5.2. Corrección del AHV: la osteotomía de la falange

Desafortunadamente la liberación distal de tejidos blandos no es suficiente para corregir todos los tipos de HV. Puesto que el AHA está alterado, la técnica de re-equilibrio de los tejidos blandos se debe combinar con una osteotomía de la falange, con el fin de corregir el AHA⁹⁰.

La osteotomía proximal de la base de la falange del primer dedo fue propuesta por la primera vez por Akin en el 1925 (Figura 1.22) y aún hoy se practica y se conoce por su nombre. Consiste en la extracción de una cuña ósea de base medial. Es una cuña incompleta que conserva intacta la cortical lateral que actúa de cernera de manera de evitar la inestabilidad rotacional que se puede producir.

Las técnicas de re-equilibrio de las partes blandas combinadas con la osteotomía de Akin ofrecen buenos resultados en la corrección del AHA^{91,92}. La indicación a la osteotomía de Akin es un AHA superior a 15°.



Figura 1.22: Técnica de Akin: A. Extracción de la cuña ósea. C. Alineación del dedo. (Procede de <http://www.neortho.com>)

1.5.3. Corrección del AIM: las osteotomías del primer metatarsiano.

Los metatarsianos son los únicos huesos largos del cuerpo que se presentan dispuestos horizontal y que, durante la posición estática, soportan una carga perpendicular a su eje⁹³. Las fuerzas que actúan sobre él MTT se modifican durante la marcha en función de sus longitudes y entonces de brazo de palanca que producen y de las fuerzas generadas por los músculos flexores plantares^{93,94}.

De acuerdo con los estudios efectuados por Stokes^{95,96}, las fuerzas más importantes que actúan a nivel de la cabeza del primer MTT, son una combinación de fuerzas deformantes y fuerzas reactivas a las primeras.

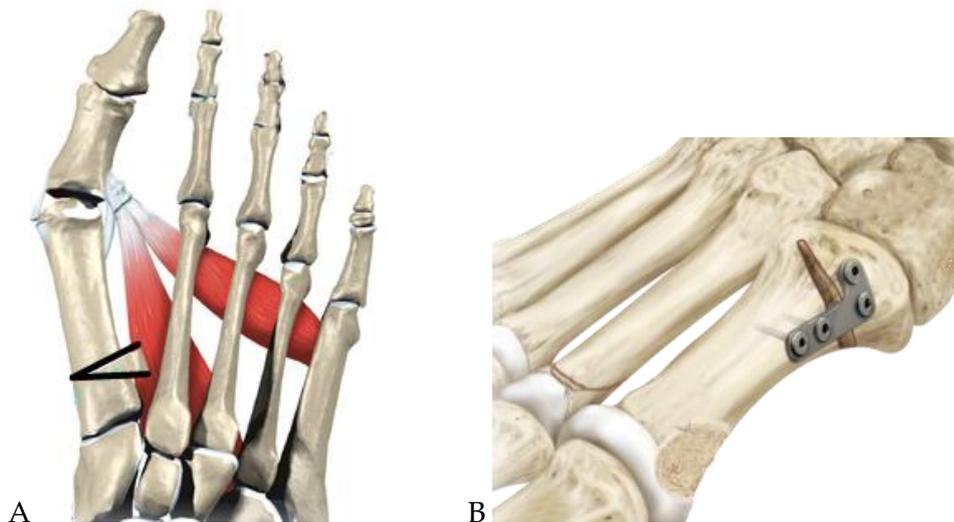


Figura 1.23: Algunas de las osteotomías proximales del 1er MTT:

A. Osteotomía en cuña de sustracción lateral.

B) Osteotomía en cuña de adicción medial

Por esta razón, es fácilmente comprensible que una osteotomía efectuada a nivel proximal sea menos estable que una osteotomía distal, y entonces pueda sufrir pérdidas de la fijación ósea, desplazamientos y/o retardos de consolidación.

Entonces, la elección de la localización y el diseño de la osteotomía metatarsiana tendrá un efecto decisivo sobre la estabilidad, entendida como la

capacidad de resistir a las fuerzas deformantes que actúan en el plano sagital y transversal.

En las osteotomías proximales del primer MTT (Figura 1.23), la capacidad de traslación del primer MTT es mayor respecto a las osteotomías distales. Eso significa que con estas osteotomías se permiten una mejor corrección del AIM porque el brazo de palanca es más largo^{95,96,97}. Del otro lado pero, la osteotomía estará sometida a un mayor estrés y a un aumentado riesgo de desplazamiento.

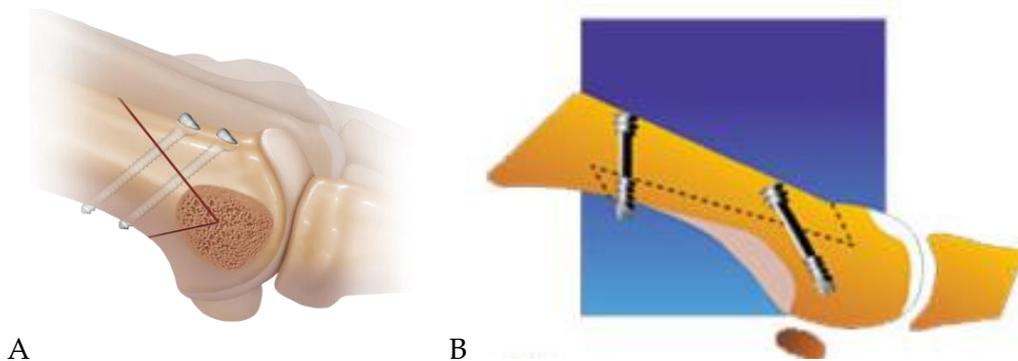


Figura 1.24: Algunas de las osteotomías más estables

A. Osteotomía de Chevron.

B) Osteotomía de Scarf

(Procede de <http://murdochorthopaedic.com.au/>)

La casi totalidad de las osteotomías, son de trazo completo y dividen el MTT en dos fragmentos. Esta división permite deslizar el fragmento distal en un movimiento de traslación para lograr la correcta posición planificada.

Entonces las osteotomías, considerando su grado de estabilidad, se pueden clasificar en intrínsecamente estables o intrínsecamente inestables. En conceptos generales, cuanto más vertical sea el corte óseo, tanto más inestable será el trazo de la osteotomía. Por lo contrario, cuando más horizontal sea el diseño de corte, tanto más estable quedará la osteotomía. La estabilidad intrínseca de una

osteotomía es entonces la capacidad de soportar la transferencia directa del peso corporal y de las fuerzas deformantes.

Algunas de las osteotomías que logran esta estabilidad en el plano sagital incluyen por ejemplo la osteotomía distal en Chevron o la osteotomía diafisaria tipo Scarf (Figura 1.24).

Durante los últimos 10 años se han propuesto con más insistencia, técnicas mínimamente invasivas que permitan realizar alguna de las osteotomías descritas en la literatura, sin practicar una disección anatómica (Figura 1.25 y Figura 1.26). El respecto de las partes blandas y entonces la preservación de los tejidos, aumenta la estabilidad intrínseca de dichas osteotomías.

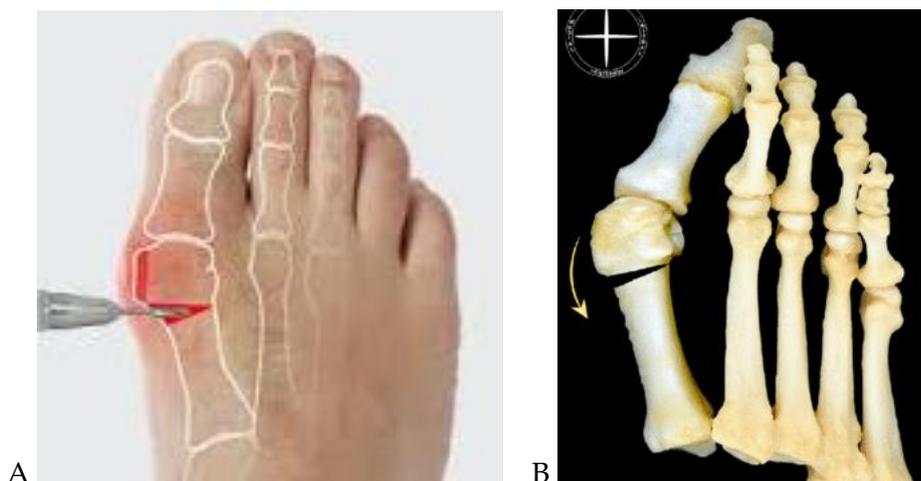


Figura 1.25. Técnica percutánea de Isham. A) Exostosectomía y osteotomía de Isham-Reverdin. B) Rotación medial-plantar de la cabeza del primer MTT (Procede de <https://www.researchgate.net>)



Figura 1.26. Imagen de fluoroscopia. Osteotomía percutánea de Bosch. Desplazamiento lateral de la cabeza del 1er MTT con instrumento de palanca diseñado con esa finalidad. Fijación con aguja de Kirschner.

1.5.4. Cirugía Mínimamente Invasiva (MIS)

En el año de 1945, por primera vez Morton Polokoff empieza a practicar unos procedimientos de cirugía subdérmica gracias al uso de instrumentos muy pequeños conectados a una corriente galvánica. Las ideas de Polokoff influyen rápidamente a otros cirujanos de pie y en 1960 Edwin Propper describió sus técnicas y presentó nuevos instrumentos dedicados a la cirugía mínimamente invasiva del pie.

De igual manera, Bernard Weinstock comienza a utilizar los primeros motores eléctricos y pequeñas fresas diseñadas a esta finalidad y que permiten realizar intervenciones con mínima lesión de las partes blandas.

El verdadero desarrollo de las técnicas percutáneas llega en los años 90 cuando Stephen Isham publica un trabajo, adaptando la técnica de Reverdin a los principios de cirugía percutánea⁹⁸.

En los últimos 15 años, la tendencia de la cirugía ortopédica del pie ha evolucionado constantemente hacia técnicas menos cruentas^{99,100} con el objetivo de

reducir el dolor post-operatorio y favorecer una rápida recuperación. Al mismo tiempo, estas técnicas proporcionan un mejor resultado estético en los pacientes, una meta imposible de alcanzar con las técnicas quirúrgicas tradicionales^{101-102,138,139,140}.

Un claro ejemplo de la tendencia a técnicas mínimamente invasivas en la cirugía ortopédica, son todos los procedimientos artroscópicos. De hecho, hoy en día la mayor parte de las intervenciones quirúrgicas intraarticulares, se realizan por artroscopia. También los tratamientos de las hernias de disco como de la compresión del nervio mediano en el túnel del carpo son otros de los muchos ejemplos de la utilización de técnicas percutáneas en cirugía ortopédica.

La cirugía percutánea del pie, también conocida como cirugía MIS (Minimal Invasive Surgery), es un procedimiento quirúrgico que permite realizar intervenciones a través de pequeñas incisiones sin exponer directamente los planos quirúrgicos, con un trauma mínimo de los tejidos blandos. La cirugía MIS precisa de un control radiológico durante la intervención, para orientar los gestos quirúrgicos a realizar.

Las técnicas percutáneas no han sido prácticamente utilizadas por los cirujanos ortopédicos hasta hace 15 años, no existiendo trabajos científicos publicados salvo la publicación presentada por Bosch¹⁰³ en 1990 y Magnam¹⁰⁴ en 1997.

Para muchos cirujanos ortopédicos, actualmente estas técnicas son desconocidas y aquellos que han tenido información de su existencia, la han valorado con desconfianza. Por el contrario, estas técnicas son muy utilizadas por Escuelas Universitarias de Podología (California College of Podiatric Medicine, San Francisco; Illinois College of Podiatric Medicine; Chicago College of Podiatric Medicine, etc.) así como por la Academia Americana de Cirugía Ambulatoria del Pie.

La cirugía percutánea se realiza a través de unas incisiones de aproximadamente 2mm cada una, sin la visualización directa de las estructuras

anatómicas. Dicha técnica utiliza un equipamiento específico como un mini bisturí (Beaver) para la incisión del tejido blando y unas fresas rotatorias (Burr) motorizadas para los procedimientos óseos, todo guiado bajo fluoroscopia intraoperatorio^{103-104-105, 138,139,140}.

En algunas reuniones científicas se ha querido enfrentar la cirugía abierta con las técnicas MIS en la cirugía del ante pié. Desafortunadamente el enfrentamiento no ha llegado a ser fructuoso en cuanto hablar simplemente de técnica percutánea, actualmente no define los gestos quirúrgicos que se pueden realizar con ella.

En la corrección del HV, las osteotomías percutáneas por técnica percutánea han experimentado en los últimos años un creciente interés, debido a la percepción de una eficacia comparable a los procedimientos tradicionales.

Entonces hablar de "cirugía percutánea" o "MIS" describe el uso de una técnica quirúrgica no traumática, que reduce el tiempo de convalecencia y las limitaciones funcionales, respeta y preserva los tejidos blandos, que minimiza el daño estético y el dolor post-operatorio¹⁰², pero al mismo tiempo no define con exactitud los gestos quirúrgicos que se pueden realizar.

En su debut en Europa, las indicaciones de la técnica MIS han sido limitada únicamente a la corrección de los HV leves o moderados, con AIM no superior a 16 grados. Eso porque la técnica quirúrgica describía solo un tipo de osteotomía metatarsal y un tipo de osteotomía de la falange: las osteotomías de Isham-Reverdin y de Akin. Con la práctica de la técnica y el desarrollo de instrumentos específicos, actualmente las indicaciones se han ampliado, debido también al hecho que siempre más cirujanos están realizando diferentes tipos de osteotomías distales y proximales por técnica MIS, osteotomías que hasta hace unos años se podían considerar solo en la cirugía abierta.

El ejemplo más común son la osteotomía de Bosh o de Chevron, osteotomías que se realizan por técnica MIS con relativa frecuencia^{106,107}. La osteotomía en cuña de cierre lateral de la base del 1º MTT fijada con tornillos o

simplemente con vendaje, ha sido propuesta en las últimas publicaciones dedicada a las cirugías percutáneas^{106,107,138,139}, hasta llegar a alguna proposición de no fácil realización, como la osteotomía de Scarf por vía MIS.

Actualmente, según la literatura moderna, la técnica percutánea más practicada se llama MICA (Minimally Invasive Chevron+Akin)¹⁰⁸. La cirugía percutánea del pie es un método quirúrgico que permite realizar intervenciones a través de pequeños orificios de incisión y sin exposición directa de los planos quirúrgicos, lo que ocasiona un trauma mínimo de los tejidos próximos^{52,53,138,139}. Con el desarrollo de instrumentales específicos y gracias al interés de muchos cirujanos pioneros de la cirugía percutánea del pie, en los últimos tiempos se han propuesto diferentes técnicas percutáneas para la corrección del HV^{109,100,110,122,113,140} que promete un menor tiempo de cicatrización y la posibilidad de una rápida incorporación a la vida diaria.

1.5.5. Corrección del AIM sin osteotomías

En los últimos 5 años, en el respecto de la filosofía de ser cuanto menos invasivos en la cirugía del pie, se ha propuesto la idea que es posible corregir el AIM, y entonces el Hallux Valgus, sin practicar osteotomías del primer metatarsiano. Al origen de esta filosofía, hay la idea de restablecer el AIM mediante un anclaje de corrección que anclase el primer metatarsiano al segundo (Figura 1.27 A).

Las técnicas de corrección del AIM sin osteotomías (osteotomy spares) se han propuesto como alternativa a las técnicas tradicionales con el fin de evitar las complicaciones relacionadas con las osteotomías del MTT, sean ellas proximales o distales. Todos los dispositivos “sin osteotomía” disponibles en el mercado se basan sobre el concepto de corregir el AIM y fijar entonces el primer MTT en su posición correcta al II MTT por medio de placas, tornillos o botones de apoyo cortical. (Figura 1.28)

Si bien los estudios de laboratorio de estos dispositivos han demostrado una excelente capacidad de corrección del AIM, a ellos se le critica que producen una sobrecarga del segundo MTT y que a lo largo puedan producir fracturas. El fallo

que se critica a los defensores de esta filosofía es que en esas técnicas se pone en riesgo la integridad del segundo MTT (Figura 1.27 B), siendo más pequeño el primero y siendo solicitado constantemente hasta que se forme una fibrosis que actué de ligamento inter metatarsiano.

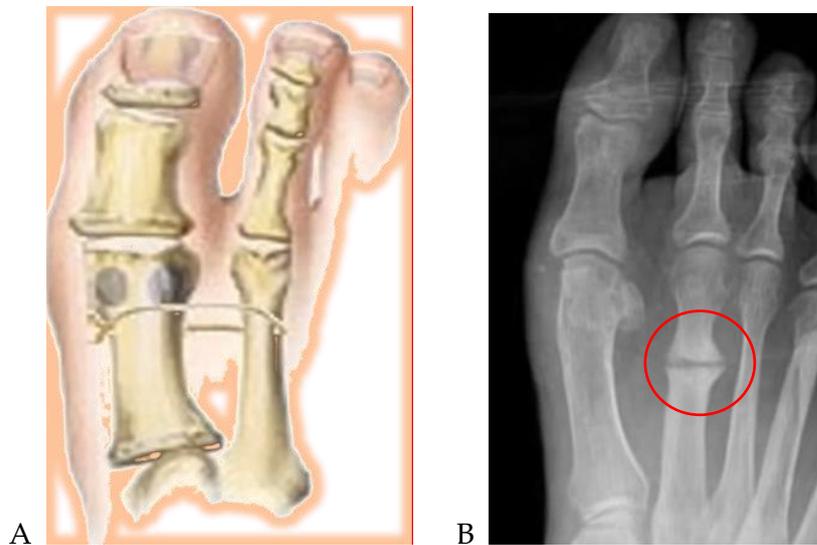


Figura 1.27: Cerclaje de corrección del AIM. B: Fractura de estrés del II MTT
(Procede de <http://www.fastforwardbunion.com/>)

Entonces, con el objetivo de reducir el riesgo de fracturas de estrés del II MTT, (Figura 1.28) se han introducido más dispositivos en el complejo mercado de los sistemas de corrección del HV. Dichos dispositivos prometen una buena corrección y una rápida recuperación post-quirúrgica al no practicarse osteotomías del primer MTT y evitan teóricamente los riesgos de las complicaciones relacionadas con las osteotomías.

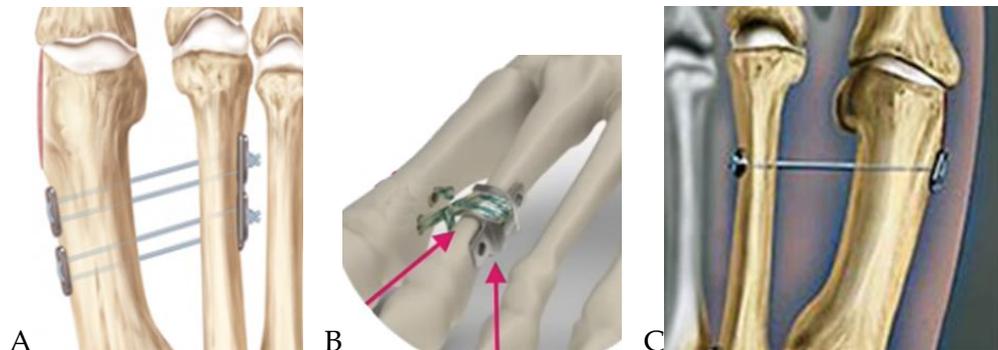


Figura 1.28: Diferentes tipos de sistemas de corrección del AIM "Osteotomy Spare". A) Mini TightRope 1,1mm. B) Fast Forward. C) Mini TightRopo 2.7mm. (Procede de <http://www.fastforwardbunion.com> y <http://www.arthrex.com>)

1.6. MINI TIGHTROPE 1.1mm

Actualmente, cuando se habla de corrección quirúrgica del HV, sea ella "abierta" o "percutánea", pensamos comúnmente a una técnica quirúrgica que contempla gestos sobre las partes blandas unidos a osteotomías proximales o distales, en cuantos las técnicas que se fundan exclusivamente sobre la corrección de las partes blandas son sensibles de una pérdida de la corrección.

Las osteotomías pueden ser, técnicamente difíciles y tal vez asociadas a complicaciones como: el retraso de consolidación, la mala consolidación, la pseudoartrosis, el excesivo acortamiento del primer MTT y la necrosis avascular.

El sistema de corrección del AIM, Mini TightRope 1.1mm (Figura 1.29 A) es un dispositivo de implante ortopédico alternativo y/o complementario a los dispositivos tradicionales (tornillos, placas, agujas de Kirschner, etc.), creado y propuesto para la corrección del AIM en la deformidad del HV. Este sistema ha sido pensado para corregir el AIM sin practicar osteotomías. El principio se funda en una traslación completa del primer MTT que será anclado, en su posición correcta, al segundo MTT mediante 4 mini botones metálicos de apoyo cortical de 7mm X 3mm X 1mm unidos por 4 trenzas de FiberWire del grosor del 2^{113,114}, a crear un doble ligamento artificial entre el primer y segundo MTT. El sistema se

presenta entonces como un “doble anclaje” en cuanto al uso de 4 botones metálicos unidos por 2 doble suturas de Fiber wire del 2. (Figura 1.29 A).

Con respecto al Mini TightRope 1.1mm, la búsqueda de datos en la literatura ha sido poco productiva, limitándose a unos pocos artículos^{115,116,117,118} validados oficialmente en revistas médicas y casi todos hacen mención al Mini TR 2.7mm (Figura 1.29 B) con sutura auto bloqueante de 5.5mm X 2.6mm que está actualmente indicado solo para la corrección del Hallux Varus.

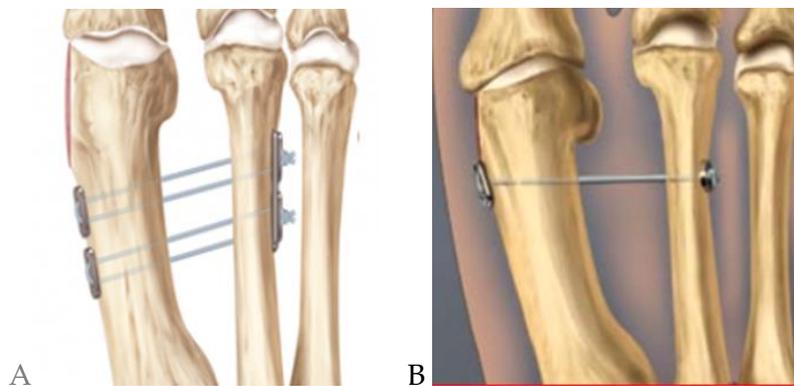


Figura 1.29: Sistemas Mini TightRope

A: Mini TightRope 1.1mm. 4 botones de anclaje con 4 FiberWires

B: Mini TightRope 2.7mm. 2 botones de anclaje con 4 FiberWires auto bloqueantes

(Procede de <https://www.arthrex.com>)

De hecho, el Mini TightRope 1.1mm aparece en el complejo mercado de los materiales de fijación en el 2012, como alternativa y evolución al anterior Mini TightRope 2.7mm. En su primera versión, el Mini TightRope 2.7mm, actualmente todavía disponible solo para la corrección del Hallux Varus, se presenta como un sistema de 2 botones de anclaje unidos por 4 hilos de Fiber Wire. Este sistema se cierra por medio de un complejo sistema de 4 suturas auto bloqueantes ancladas a los 2 botones y se implantan a través de un túnel óseo de 2.7mm de diámetro. El sistema se presenta como único, entonces concentra todas las fuerzas que se oponen a la corrección en un solo punto, el mismo punto de la tunelización,

debilitando el II MTT y aumentando el riesgo de fracturas espontáneas^{115,119,120,118,121}.

El Mini TR 1.1mm se presenta como un doble sistema de implante con 4 botones y 4 FiberWires. Por su pequeño tamaño no necesita una verdadera tunelización de los MTT y para ponerlo es necesario el uso de una aguja de transporte de 1.1mm de grosor con consecuente reducción del riesgo de fractura por fatiga del II MTT¹¹⁹. Al mismo tiempo, la implantación de un doble sistema hecho por 4 botones de apoyo cortical en 2 puntos diferentes de los metatarsianos, en teoría reparte y distribuye las fuerzas, minimizando el riesgo de fracturas de estrés del II MTT.

El sistema del Mini TightRope 1.1mm se distribuye en comercio como un kit desechable, completo con todos los instrumentos y agujas para su implantación.



Fig. 1.30. Mini TightRope 1.1mm. Se presenta en Kit e incluye las agujas de tunelización de los MTT con ojal de transporte del implante. 2 botones son ya montados en la sutura de Fiber Wire, los otros 2 se presentan en una cajita, listos para ser enhebrados

(Procede de <https://www.arthrex.com>)

II - JUSTIFICACIÓN

II - JUSTIFICACIÓN

Actualmente, cuando se habla de corrección quirúrgica del hallux valgus, sea ella “abierta” o “percutánea”, comúnmente pensamos a una técnica quirúrgica que contempla una serie de gestos sobre las partes blandas y sobre las estructuras óseas como las osteotomías del metatarso y/o de la falange.

Las técnicas MIS, en sus gestos quirúrgicos básicos (exostosectomía, tenotomía del tendón aductor, capsulotomía lateral, osteotomía de Isham-Reverdin y de Akin) se han mostrado eficaces para la corrección del HV leve, como confirman algunos estudios publicado en la literatura científica^{101,122,120,118,121} y al mismo tiempo permite minimizar el dolor y el consumo de antiinflamatorios durante el post-operatorio, acorta el tiempo de recuperación y mejora el aspecto estético.

En el 1990 y 1991, respectivamente Bösch y después Markowski et al^{103,118,120,121} publican los primeros resultados de la técnica SCOT. Con estas publicaciones entonces se da comienzo a la idea que otros tipos de gestos quirúrgicos se pueden realizar vía percutánea. Actualmente, según la literatura actual, la técnica percutánea más practicada se llama MICA (Minimally Invasive Chevron+Akin)¹⁰⁸.

El Mini TightRope 1.1mm es un dispositivo que reproduce un ligamento inter metatarsiano sintético y que permite una corrección anatómica del AIM, sin practicar osteotomías del MTT. La búsqueda de datos en la literatura ha sido poco productiva, limitándose a unos pocos artículos^{115,116,117,118} validados por revistas científicas y todos hacen mención al Mini TR 2.7mm con sutura auto bloqueante de 5.5mm X 2.6mm (Figura 2.1).

Al no practicarse osteotomías metatarsales, el Mini TightRope de Arthrex® promete una rápida recuperación, minimiza el dolor post operatorio y elimina los riesgos relacionados a las osteotomías del 1er MTT.

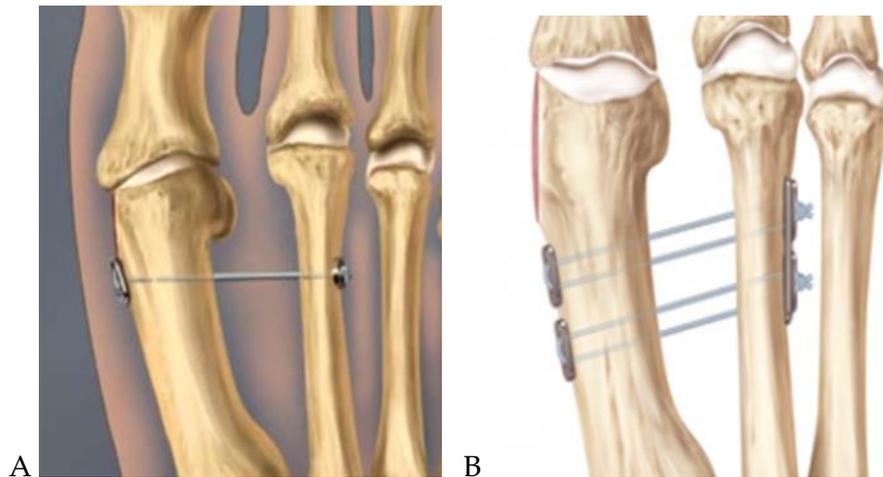


Figura 2.1: Sistemas Mini TightRope

A: Sistema Mini TightRope 2.7mm. Sistema de 2 botones de anclaje con 2 hilos de FiberWires auto bloqueantes

B: A Sistema Mini TightRope 1.1mm. Sistema de 4 botones de anclaje con 4 hilos de FiberWires No auto bloqueantes

(Procede de www.Arthrex.com)

Entonces encontramos varios motivos que pueden justificar la realización de esta tesis doctoral.

En primer lugar, hasta el conocimiento del autor, no hemos encontrado publicaciones que hacen mención a una técnica quirúrgica percutánea sin osteotomía del 1er MTT (osteotomy spare) que en este trabajo identificamos con el acrónimo POS (Percutaneous Osteotomy Spare).

Todas las búsquedas realizadas en la literatura científica sobre las técnicas MIS hacen mención a técnicas de corrección del HV tras realización de osteotomías del 1er MTT. De igual manera, todas las búsquedas realizadas sobre

el Mini TightRope 1.1mm (Mini TR 1.1mm) han conducido a muy pocos trabajos científicos y todos acerca de técnicas quirúrgicas abiertas.

Entonces consideramos que sea de interés describir y validar una nueva técnica quirúrgica percutánea sin osteotomía metatarsal y proporcionar los resultados clínicos y radiográficos, tras 53 semanas de seguimiento de una serie consecutiva de pacientes operados entre septiembre de 2014 y enero de 2017 por un solo cirujano ortopédico.

La técnica quirúrgica propuesta por el autor del estudio utiliza del Mini TR 1.1mm implantado vía percutánea para la corrección del AIM, unidos a una serie de gestos quirúrgico-adicionales sobre las partes blandas y tejidos óseos.

Todos los trabajos realizados por otros autores que se han encontrado en la literatura se han realizado con diferentes metodologías y diferentes procedimientos quirúrgicos. Entonces, nos parece interesante proporcionar los primeros resultados a corto y medio plazo de una nueva técnica percutánea y “sin osteotomía” en la corrección del HV.

Por último, vemos útil aportar datos que relacionen la técnica percutánea con un sistema de corrección basado sobre una corrección verdaderamente anatómica del AIM, sin osteotomías del 1er MTT y entonces ayudar a definir mejor la controversia de resultados relativos a las técnicas “osteotomy spare” que hemos encontrados en nuestra búsqueda en la literatura^{115,118,119,120,121}.

Planteamos como hipótesis de nuestro trabajo que la corrección del AIM sin osteotomía del 1er MTT, en la deformidad del HV moderado o severo realizada vía percutánea, puede ofrecer una opción válida alternativa a las técnicas convencionales, ofreciendo una corrección satisfactoria y anatómica, una rápida recuperación y un mínimo dolor post-operatorio.

III - OBJETIVOS

III - OBJETIVOS

En la literatura científica se han validados más de 100 técnicas quirúrgicas para la corrección del HV. La corrección del AIM es el punto clave de la corrección de la deformidad del HV y para obtener dicho resultado se han descritos muchos tipos de osteotomías. En los últimos años se ha dirigido gran interés a las técnicas MIS que han mostrado ser eficaz para la corrección del HV y al mismo tiempo reducen el tiempo de recuperación, el dolor y el daño estético producido por la cirugía.

La constante búsqueda de procedimientos quirúrgicos siempre menos invasivos ha llevado algún autor pionero, a promover la idea que es posible corregir el AIM sin practicar osteotomías del 1er MTT. Estas técnicas conocidas como "osteotomy spare" se han propuesto en los últimos 10 años como alternativa a las técnicas convencionales para acelerar el proceso de recuperación post-quirúrgica, minimizar el dolor y evitar las posibles complicaciones relacionada con las osteotomías metatarsianas. Estas técnicas identifican el segundo MTT como "keystone" de anclaje y se han propuesto con un doble abordaje quirúrgico al primero y segundo MTT que permiten realizar los gestos quirúrgicos.

Los objetivos de este trabajo entonces son:

1. Describir y validar una nueva técnica quirúrgica de corrección percutánea del HV sin osteotomía metatarsal (POS: Percutaneous Osteotomy Spare)
2. Proporcionar los resultados clínicos y radiográficos a corto y medio plazo de una serie consecutiva de pacientes operados con la misma técnica quirúrgica.
3. Ayudar a definir la controversia de resultados relativos a las técnicas "osteotomy spare" que hemos encontrado en la literatura

IV - MATERIAL Y MÉTODO

IV - MATERIAL Y MÉTODO

En el estudio se han analizado los parámetros radiográficos, clínicos y el grado de satisfacción de una serie continua de pacientes que presentaban una deformidad tipo HV moderado o grave ($AIM > 15^0$) y que han sido operados con técnica percutánea, sin osteotomía del 1er MTT (POS: percutaneous Osteotomy Spare). Se han valorados parámetros clínicos y radiológicos durante las revisiones realizadas al mes y al final del seguimiento de los pacientes operados, recogiendo los datos y las complicaciones encontradas durante estos intervalos, así como sus posibles repercusiones clínicas. Igualmente se han tomado parámetros demográficos (edad, sexo) o epidemiológicos (lado afecto, grado de lesión).

4.1 TIPO DE ESTUDIO Y POBLACIÓN DIANA

El trabajo de investigación presentado es de tipo prospectivo a una serie continua de 104 pacientes (144 intervenciones) atendidos y operados para la corrección de HV moderado o severo (AIM de 15^0 o mayor), por un único cirujano con 10 años de experiencia en la cirugía percutánea del pie, entre septiembre de 2014 y enero de 2017.

Los datos han sido recogidos a las 4 semanas de la operación y al final del seguimiento, llegando a un seguimiento medio de 52,9 semanas (20-71 semanas).

La edad media de los pacientes ha sido de 52,2 años (22-68 años).

Cuarenta pacientes han sido intervenidos de los dos pies, pero la segunda intervención ha sido por lo menos 2 meses después de la primera.

4.2 CRITERIOS DE INCLUSIÓN Y EXCLUSIÓN:

En este estudio se han considerado como criterios de inclusión, sólo los pacientes que, durante la recogida de datos amnésicos manifestaron dolor en la eminencia medial como síntoma predominante.

Se incluyeron pacientes adultos (18 años o más), de ambos sexos, que presentaban una deformidad de HV dolorosa, diagnosticada clínicamente y radiográficamente.

Se incluyeron las deformidades moderadas o severas (AIM de 15° o mayor).

Han sido objeto de exclusión de este estudio, los pacientes con problemas neurológicos asociados que han sido la causa de la deformidad del pie, como por ejemplo parálisis cerebral, neuropatía, accidente cerebro-vascular, esclerosis múltiple y artritis reumatoide. También se excluyen del estudio los pacientes ya intervenidos de corrección quirúrgica del HV, los pacientes con enfermedades reumatológicas asociadas (artritis reumatoides, lupus, etc.) y los pacientes que presentaban un proceso inflamatorio a cargo de la articulación MTF (artritis, gota etc.), así como los pacientes que presentaban una degeneración artrósica de la articulación (Hallux Rigidus o Limitus).

4.3. VARIABLES AL ESTUDIO

4.3.1. Evaluación radiográfica

Todos los pacientes considerados en este estudio han sido estudiados clínicamente y radiológicamente antes y después del tratamiento quirúrgico, con radiografías convencionales y en carga¹²³.

Los parámetros considerados han sido:

- Ángulo intermetatarsiano (AIM (Figura 4.1)): es el ángulo formado por la intersección del eje del 1er MTT con el eje del segundo MTT. Se considera que un rango normal para el AIM en el pie normal es de 10 ° o menor. Un aumento anormal del AIM puede denominarse primer metatarso adductus¹²⁴⁻¹²⁵.

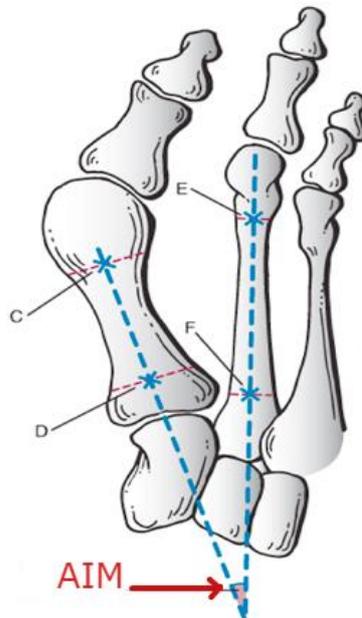


Figura 4.1: Cálculo del Ángulo Inter Metatarsiano (AIM)
(Procede de <http://www.sciencedirect.com>)

• Ángulo del Hallux Valgus o abductus (AHV) (Figura 4.2): es el formado por la intersección de una línea trazada a través del eje largo del 1er MTT y el eje largo de la falange proximal. Un ángulo normal abductus valgus mide menos de 13° en el pie normal.

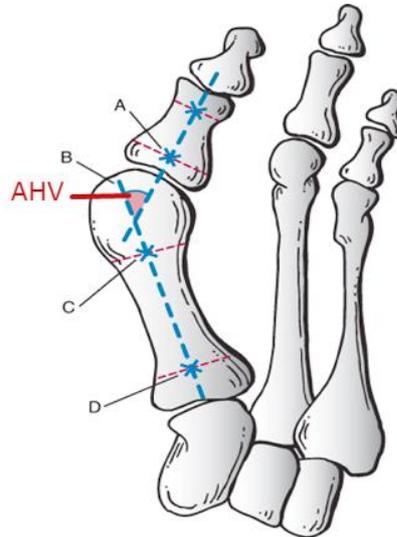


Figura 4.2: Cálculo del Ángulo del Hallux Valgus (AHV)
(Procede de <http://www.sciencedirect.com>)

•Congruencia de la primera articulación metatarso falángica (Figura 4.3):
Para analizar la congruencia se dibujan dos líneas rectas en representación de la superficie articular de la cabeza del 1er MTT y del cartílago articular de la base de la primera falange proximal.

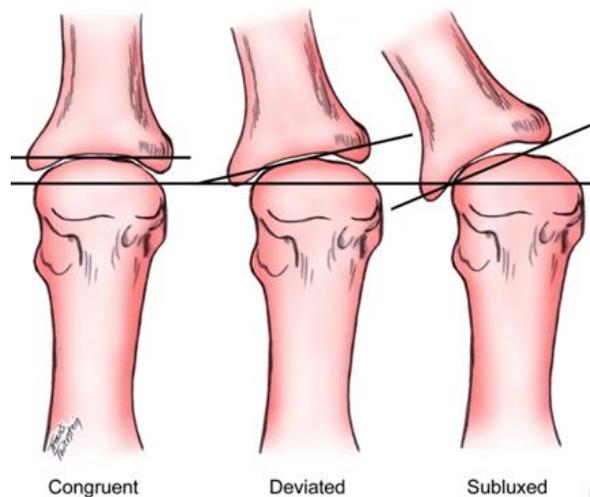


Figura 4.3: Cálculo de la congruencia articular (CA)
(Procede de <http://emedicine.medscape.com>)

1. Articulación congruente: se considera cuando las dos líneas son paralelas, quiere decir que la base de la falange y la cabeza del MTT se articulan completamente. En el estudio estadístico de los resultados, a la articulación congruente se le ha asignado el valor de 1 (Grado 1)

2. Articulación desviada: se considera cuando estas dos líneas tienden a converger. Existe una desviación de la articulación y esto significa que existe una abducción del primer dedo dejando al descubierto la zona medial de la cabeza del 1er MTT. En el estudio estadístico de los resultados, a la articulación desviada se le ha asignado el valor de 2 (Grado 2)

3. Articulación subluxada: se considera cuando las dos líneas se entrecortan dentro del espacio articular. La articulación está subluxada, habiendo deformidad posicional de los tejidos blandos de la articulación con adaptación estructural de la cabeza del 1er MTT lateralmente, creando un hallux abductus. En el estudio estadístico de los resultados, a la articulación subluxada se le ha asignado el valor de 3 (Grado 3)

● Posición del sesamoideo tibial (clasificación de cuatro grados) (Figura 4.4): Se describe la relación del sesamoideo tibial en relación a la bisección del primer eje metatarsiano en una visión dorso plantar. Una secuencia numérica de uno a cuatro describe el aumento de la deformidad²⁰.

Grado 0: No presenta desplazamiento del sesamoideo en relación con la línea de referencia.

- Grado 1: Presenta un solapamiento de menos del 50% del sesamoideo con respecto a la línea de referencia.

- Grado 2: Presenta una superposición de más del 50% del sesamoideo con respecto a la línea de referencia.

- Grado 3: Presenta un desplazamiento completo del sesamoideo tibial más allá de la línea de referencia lateral.

- Grado 4: Una posición sesamoideo tibial de cuatro representa una contracción significativa del ligamento fibulo-sesamoideos y del correspondiente aparato sesamoideo²¹.

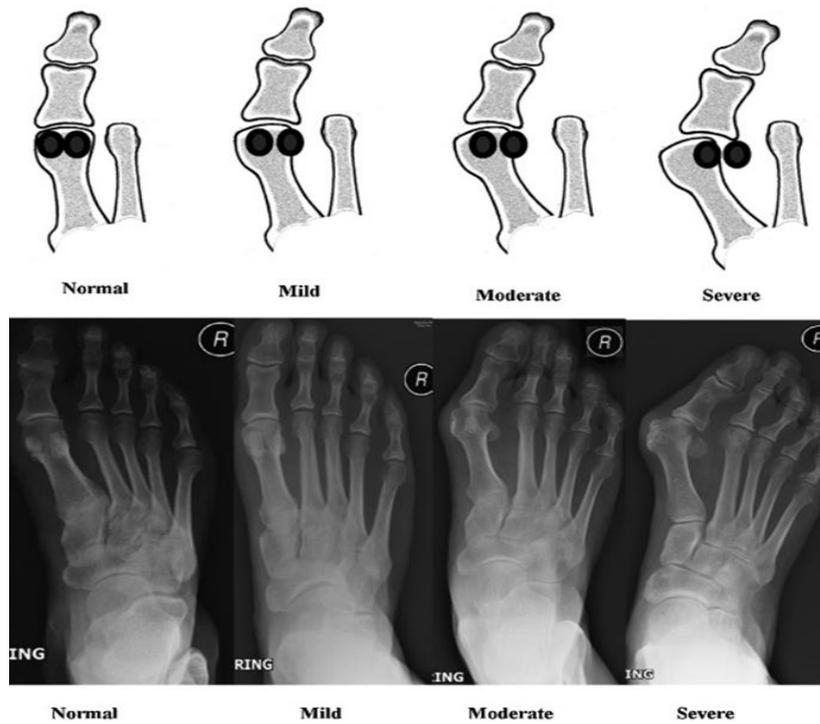


Figura 4.4: Cálculo de la posición de los sesamoideos
(Procede de <http://www.sciencedirect.com>)

• Ángulo de declinación del primer metatarsiano (ADM). (Figura 4.5)

Se calcula en una radiografía en carga en proyección lateral, trazando una línea en centro del 1er MTT (calculada como punto medio entre la cortical dorsal y plantar) en su proyección lateral y prolongándola distalmente hasta el plano del suelo. La intersección de esta línea con el plano suelo nos definirá el ángulo de declinación del primer metatarsiano.

El valor de referencia normal es de aproximadamente 20° . Si este ángulo es menor nos indicará una situación de pronación, aplanamiento del pie o metatarsus elevatus .

Si dicho ángulo está aumentado, se describe una situación de supinación, deformidad en cavo o equinismo.



Figura 4.5: Cálculo del Ángulo de Declinación Metatarsiano (ADM)

4.3.2. Evaluación clínica funcional

La evaluación clínica de los pacientes se ha realizado con la semiología del pie y tobillo:

- Inspección

Se ha observado el calzado en su zona de desgaste, la simetría, el estado de la piel y uñas, si hay edemas, relieves o depresiones anormales, disposición y forma de los dedos, presencia de hiperqueratosis, ensanchamiento del pie, ulceraciones y presencia de varices. En bipedestación se ha observado el eje de la pierna y el talón, el paralelismo de los pies, el estado del arco longitudinal interno

- Palpación

En todos los pacientes se ha confirmado la presencia de pulso pedio y tibial posterior (Figura 4.6)

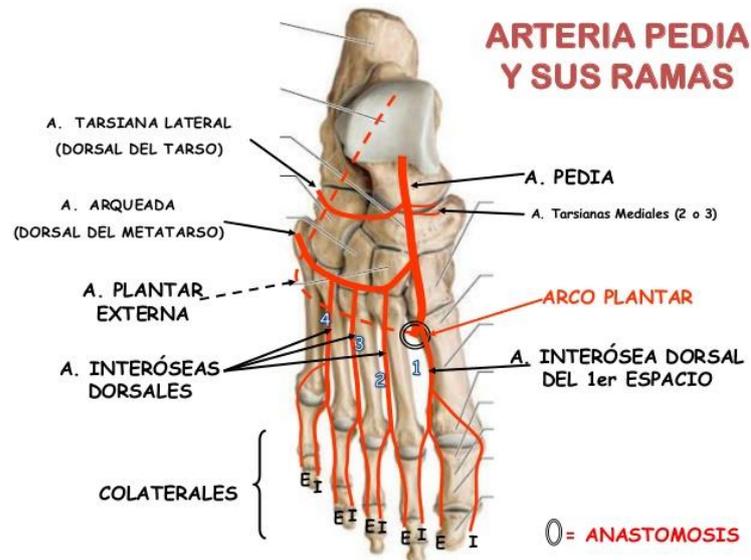


Figura 4.6: Arteria Pedia y sus ramas
(Procede de <https://pt.slideshare.net>)

Se ha evaluado la temperatura en ambos pies y la sensibilidad en las principales regiones de inervación del pie (Figura 4.7)

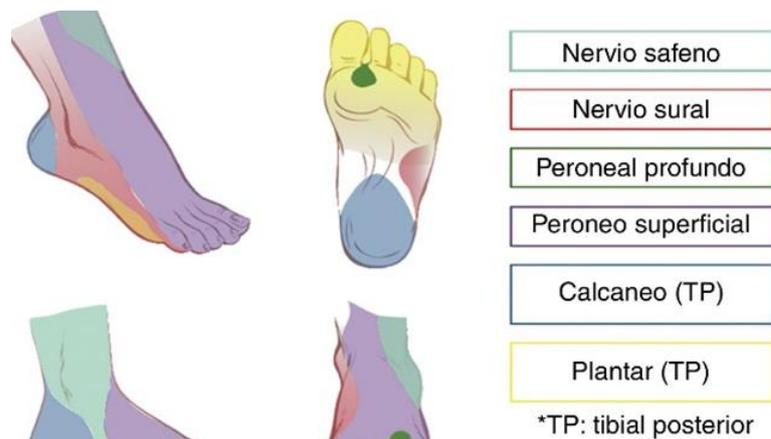


Figura 4.7: Principales regiones de inervación del pie
(Procede de <http://www.revcolanest.com>)

- Movilidad

El examen de la movilidad se ha realizado en:

- articulación subastragalina, evaluando el movimiento y el arco de movilidad en inversión, aducción, eversión, abducción y flexo-extensión.
- articulación mediotarsiana o de Chopart, donde se evalúa el movimiento y arco de movilidad en inversión, aducción, eversión, abducción y flexo-extensión.
- articulación tarso metatarsiana o de Lisfranc, en esta articulación se evalúa también el movimiento y arco de movilidad en inversión, aducción, eversión, abducción y flexo-extensión.
- articulaciones metarso-falángicas, en ellas se ha evaluado el movimiento y arco de movilidad en flexo-extensión.

4.3.3. La escala AOFAS del HV, AMTF e IF

La evaluación del grado de satisfacción de los pacientes se ha realizado por medio de los datos recogidos en la escala **AOFAS** (Hallux metatarsophalangeal-interphalangeal scale) (Hallux, MTP, IP Scale)^{126,127}, que consta de 8 apartados específicos que, permiten un enfoque del nivel de satisfacción de los pacientes.

Tabla 4.1. Escala AOFAS

| | |
|--|----|
| DOLOR | |
| Ninguno..... | 40 |
| Leve..... | 30 |
| Moderado..... | 20 |
| Fuerte..... | 0 |
| FUNCIÓN (Limitación de las actividades) | |
| Ninguna..... | 10 |
| Limitaciones en las actividades recreativas..... | 7 |
| Alguna limitación en las actividades diarias y recreativas | 4 |
| Importante limitación en las actividades diarias y recreativa..... | 0 |
| REQUERIMIENTO DE CALZADO | |
| En condición de calzar todo tipo de zapados..... | 10 |
| Necesidad de calzado cómodo y con plantilla..... | 5 |
| Necesidad de calzados ortopédicos..... | 0 |
| MOBILIDAD DE LA ARTICULACION MTF (en dirección dorso-plantar) | |
| Normal o con leve reducción (75° o más) | 10 |
| Reducción moderada (30°–74°) | 5 |
| Importante reducción (meno de 30°) | 0 |
| MOBILIDAD DE LA ARTICULACION IF (en dirección dorso-plantar) | |
| Ninguna limitación..... | 5 |
| Importante limitación (menos de 10°)..... | 0 |
| ESTABILIDAD DE LAS AMTF y AIF (en todas las direcciones) | |
| Estable..... | 5 |
| Inestable..... | 0 |
| HIPERQUERATOSIS PLANTAR | |
| Ausencia o presencia asintomática de hiperqueratosis plantar..... | 5 |
| Presencia de Hiperqueratosis dolorosa..... | 0 |
| ALINEACION | |
| Buena..... | 15 |
| Leve defecto de alineación..... | 8 |
| Importante defecto de alineación..... | 0 |

En la actualidad existe una gran preocupación hacia el conocimiento de si un determinado tratamiento o técnica quirúrgica proporciona resultados positivos o negativos y que tipo de repercusión tiene sobre la calidad de vida de los pacientes en sus actividades diarias¹²⁸.

La AOFAS creó en el 1994 un sistema de puntuación para la evaluación de la calidad de vida y satisfacción de los pacientes que han sido sometidos a una intervención quirúrgica del pie y/o tobillo.

La puntuación está calculada en la base de los datos derivados de una entrevista y un examen físico.¹²⁸ Esta escala de 100 puntos contiene datos relacionados con el dolor, nivel de actividad, deformidad y movimiento.

El dolor se caracteriza como severo, moderado, leve y ausente, la actividad funcional de acuerdo a si el paciente tiene graves limitaciones en las actividades diarias, recreativas o ninguna limitación¹²⁸.

Esta escala incluye la respuesta personal del paciente (60 puntos) y el análisis objetivo del examinador (40 puntos) para llegar al resultado final (100 puntos). El resultado es considerado excelente (90-100 puntos), bueno (80-89 puntos), medio (70-79) y pobre (menos de 70 puntos).

Una clasificación excelente indica que el paciente no tiene problemas y está altamente satisfecho, no sufre ningún dolor y puede caminar sin dificultad. Una clasificación buena significa que el paciente tiene algunos problemas, está satisfecho con el resultado, tiene dolor de intensidad leve, puede caminar sin ninguna o leve dificultad y llevaría a cabo el mismo procedimiento de nuevo. Una clasificación media significa que el paciente sufre dolor moderado en el pie, tiene alguna dificultad para caminar y muestra sus reservas acerca del éxito de la operación. Por último, una pobre clasificación indica que el paciente continúa padeciendo dolor en el tobillo y pie, ha notado una ligera mejoría al caminar y lamenta haberse sometido al procedimiento quirúrgico¹²⁸.

Para una valoración clínica de los resultados post-quirúrgicos, se suministró el cuestionario validado por la AOFAS¹²⁹ a todos los pacientes, antes de ser intervenidos y al final del seguimiento. Los resultados se consideraron excelentes, por encima de 93 puntos; buenos, entre 83 y 92 puntos; aceptables, entre 66 y 82 puntos; y malos, por debajo de 66 puntos.

4.4. DESCRIPCIÓN DE LA TÉCNICA QUIRÚRGICA

- Instalación y anestesia

El procedimiento quirúrgico se realiza en decúbito supino con el paciente bajo anestesia regional (bloqueo sensitivo del N. Peroneo Profundo y Superficial, N. Sural y N. Tibial Posterior). No se aplica ningún torniquete neumático con el fin de lubricar y enfriar las fresas. La cirugía se vigila constantemente por medio de un aparato fluoroscopia tradicional tipo "Fluoroscanner InSight-FD mini C-arm", colocado en proyección dorso-plantar.

- Pseudo-exostosectomía

Se realiza una pequeña incisión de 2 mm con un bisturí Beaver 64 desechable (Aesculap) en la cara medial-plantar del pie. La incisión se realiza 2 cm proximal y 1 cm plantar a la eminencia medial (Figura 4.8). Se profundiza la incisión con un solo gesto quirúrgico hasta perforar la cápsula articular de la articulación MTF, y con un gesto oscilante se despega toda la cápsula en su porción medial.



Figura 4.8: Foto quirúrgica. Incisión con Beaver 64.

A continuación, se introduce una fresa tipo Shannon de 2x12 mm (Shannon Long Bur 2x12 mm de MedicMicro Switzerland) con la que se inicia el proceso de limado de la eminencia medial, con la ayuda de un motor eléctrico específicamente diseñado para la cirugía percutánea del pie (MedicMicro Motor Mm951) a una velocidad de rotación de 0 hasta un máximo de 8000 rpm. El fresado se finaliza con el uso de fresas progresivas tipo Wedge Burrs de 3.1 mm y 4.1 mm (MedicMicro Switzerland).



Figura 4.9: Imagen del fluoroscopio.
Raspado de la eminencia medial con fresas a motor

Los fragmentos óseos se evacúan bajo presión manual y el proceso se completa con un abundante lavado salino interno a presión realizado con jeringa de 40 ml.

- Liberación de la AMF

Se coloca una aguja en el lado lateral de la AMTF y se realiza una segunda incisión de 2 mm a través de la cual se realiza, en un único gesto y bajo control con fluoroscopio, la tenotomía del tendón abductor del primer dedo y la capsulotomía de la AMTF en su cara lateral (Figura 4.10).



Figura 4.10: A: Foto quirúrgica. B: Imagen del fluoroscopio.
Capsulotomía lateral y tenotomía del abductor de la falange

En esta etapa es importante practicar la incisión con la hoja del bisturí orientada paralelamente al tendón extensor, para evitar la sección del nervio digital dorsal.

Se procede entonces a la liberación y movilización manual de la articulación MTF

- Reducción del AIM

Se realiza una tercera incisión de 2mm, dorsal al pie, a nivel del espacio entre segundo y tercero MTT, a la altura del cuello del segundo MTT y se procede a una disección roma de la parte blanda, hasta tocar el cuello del segundo MTT en su cara lateral.

Gracias al uso de un motor específicamente diseñado para la cirugía percutánea del pie (MedicMicro Motor Mm951), se introduce la primera guía de transporte de 1,1 mm, incluida en el kit del Mini TightRope, que se pasa desde la metáfisis del segundo MTT hasta la metáfisis del 1er MTT con el fin de centrar el segundo y el primer MTT en el punto medio de sus grosores (Figura 4.11 y Figura 4.12).

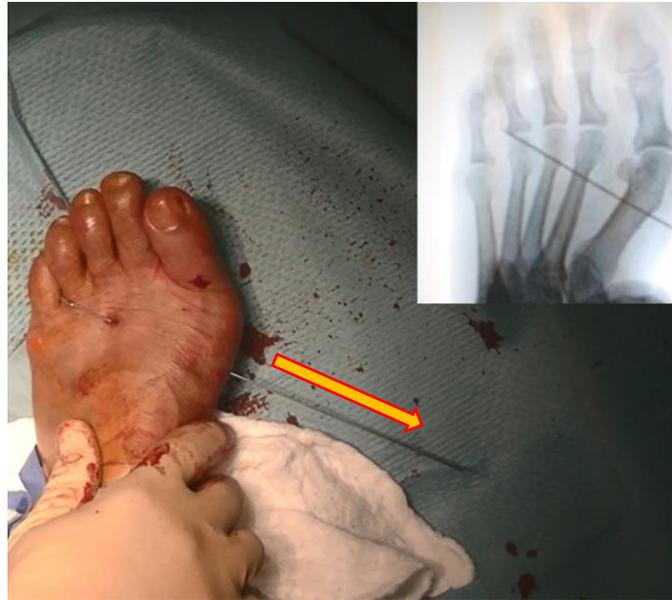


Figura 4.11: Foto quirúrgica y relativa imagen del fluoroscopio.
Pasaje de la aguja guía en dirección latero-medial entre II y I MTT

En este paso es importante asegurarse que el pin guía sea orientado en posición proximal a la eminencia medial que ha sido limada, de manera que el botón medial del Mini TR encuentre un apoyo sólido sobre la cortical medial del I MTT.



Figura 4.12: Creación del túnel óseo mediante pasaje de la aguja guía en dirección latero-medial entre II y I MTT. (Procede de www.arthrex.com)

Un ajuste en dirección plantar dorsal (Figura 4.13), puede ayudar en la colocación precisa del pin, permitiendo que el pasador pueda acoplar el primer y el segundo MTT en el centro de la cortical en su cara dorso-plantar. La correcta posición del pin guía es monitorizada constantemente con imágenes del fluoroscopio.

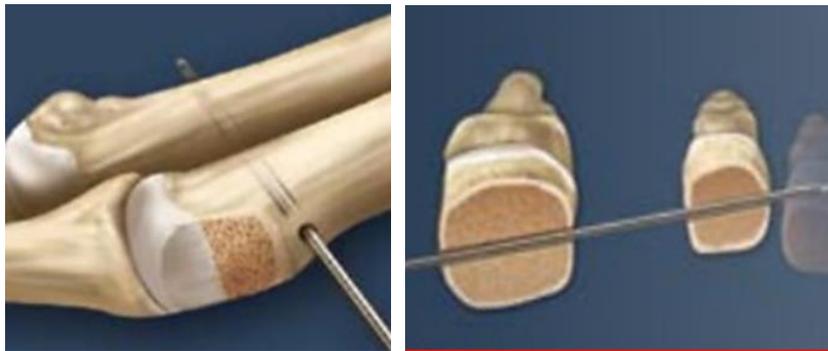


Figura 4.13: Creación del túnel óseo en dirección latero-medial entre II y I MTT. Ajustes en dirección plantar dorsal del I MTT pueden ayudar en la colocación precisa del pin.
(Procede de www.arthrex.com)

A pesar de que la empresa Arthrex, productora del sistema Mini TightRope, haya realizado una guía de arco (Figura 4.14) para la realización del túnel óseo desde medial a lateral, en nuestra práctica quirúrgica hemos realizado una técnica de tunelización a mano libre, de lateral a medial. En la cirugía percutánea, la técnica a mano libre de lateral a medial resulta más fácil y precisa que la técnica recomendada por Arthrex.



Figura 4.14: Guía de arco para la realización del túnel óseo desde medial a lateral entre I y II MTT (Procede de www.Arthrex.com)

La técnica quirúrgica continúa pasando un hilo de sutura de nylon 3/0 en el bucle metálico de la aguja y transportándolo hacia el lado medial (Figura 4.15 A). El bucle metálico se corta desde el pasador y la sutura conjunta del Mini TR se pasa en el bucle de nylon 3/0 y se transporta desde medial a lateral (Figura 4.15) con el fin de fijar el primer botón metálico en contacto con la cortical medial del primer MTT.

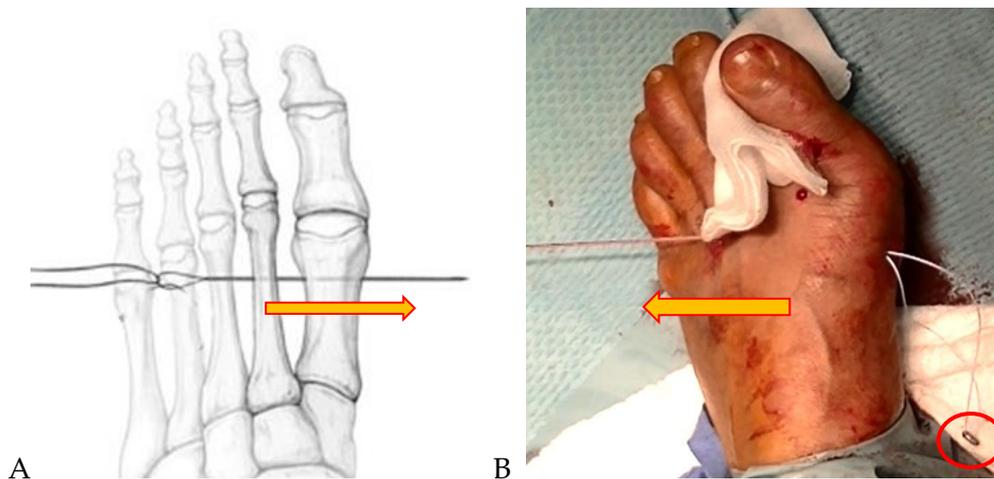


Figura 4.15: A: pasaje de lateral a medial de la sutura de nylon 3/0. El hilo es transportado por el bucle metálico de la aguja. B: pasaje del Mini TR desde medial a lateral, por medio de la sutura de transporte 3/0

Realizamos este paso adicional, no descrito por Arthrex, con el fin de que los nudos de bloqueo se realicen a nivel del II MTT. De esta forma se evita teóricamente, un posible dolor causado por la presión del nudo con el calzado.

En este punto de la cirugía, se verifica la reducción del AIM aplicando manualmente una tracción medial de los 2 hilos de Fiber Wire del Mini TR 1.1mm y aplicando al mismo tiempo una contra-resistencia manual medio-lateral. La reducción del AIM es verificada por imágenes fluoroscópicas.

Se realiza una cuarta incisión cutánea de 2 mm a nivel del II espacio intermetatarsiano, 2 cm proximales a la anterior incisión y se repite de forma idéntica el proceso de implantación del segundo Mini TR, que entonces resultará más proximal al primero, de manera que los 2 botones metálicos apoyen en la cortical medial del I MTT 1.1mm.

Entonces se procede a enhebrar los 2 botones libres del Mini TR, cada uno con sus hilos. Se pide al asistente que efectúe una fuerte compresión intermetatarsiana manual y se realizan 5 nudos de cierre cruzados por cada botón, al fin de estabilizar los 2 implantes del Mini TR.

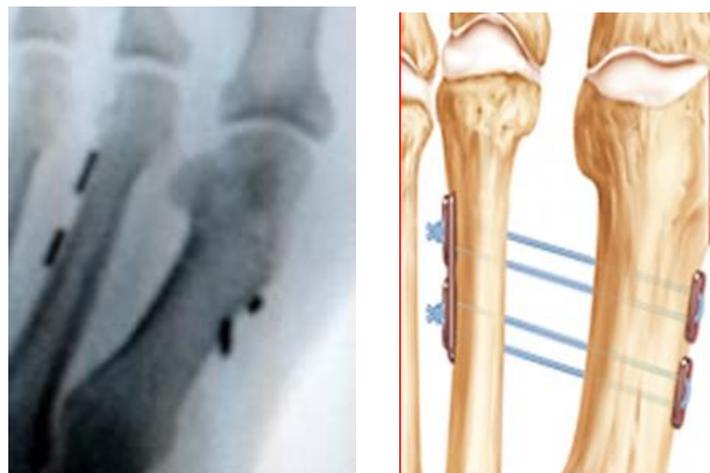


Figura 4.16: A: Imagen del fluoroscopio de la implantación del Mini TR 1.1mm. B: Esquema de implantación del Mini TR 1.1mm
(Procede www.arthrex.com)

- Liberación capsular medial de la articulación cuneo-metatarsiana:

Una vez corregido el AIM, se recomienda proceder a una liberación capsular del lado medial de la articulación cuneo-metatarsiana del I radio, al fin de neutralizar las fuerzas que se oponen a la corrección. Con el bisturí Beaver se procede a una incisión cutánea de 2mm en la cara medial de la articulación cuneo-metatarsiana (Figura 4.17) y con un movimiento oscilante se realiza la neutralización de las fuerzas ligamentosa que se oponen a la corrección.



Figura 4.17: Imagen del fluoroscopio.
Liberación capsular medial de la articulación MTC

- Osteotomía de la falange

En los pacientes que lo necesitan, la corrección del AHV se realizará mediante otra incisión cutánea de 2 mm a nivel de la cara medial de la base de la falange proximal del I dedo, a través de la cual se practicará una osteotomía en cuña de cierre medial (Osteotomía de Akin) (Figura 4.18). La osteotomía se realizará inicialmente mediante una fresa de corte Shannon 44 larga, que se aloja entre tendón extensor y el cortical dorsal de la falange proximal y se realiza la osteotomía en cuña de cierre medial tipo Akin, respetando unos milímetros de cortical lateral. El ángulo de corrección será determinado en función del grosor de la cuña ósea que se extrae y entonces del grosor de las fresas cónicas utilizadas.

Mediante presión manual se evacúa la pasta de hueso resultante del fresado. El cierre de la osteotomía se realiza mediante un ligero movimiento de medialización de la falange. La osteotomía de Akin será entonces fijada por medio de la introducción percutánea de un tornillo de compresión de 3.0mm (VeoFix, Serf, France), (Figura 4.18).

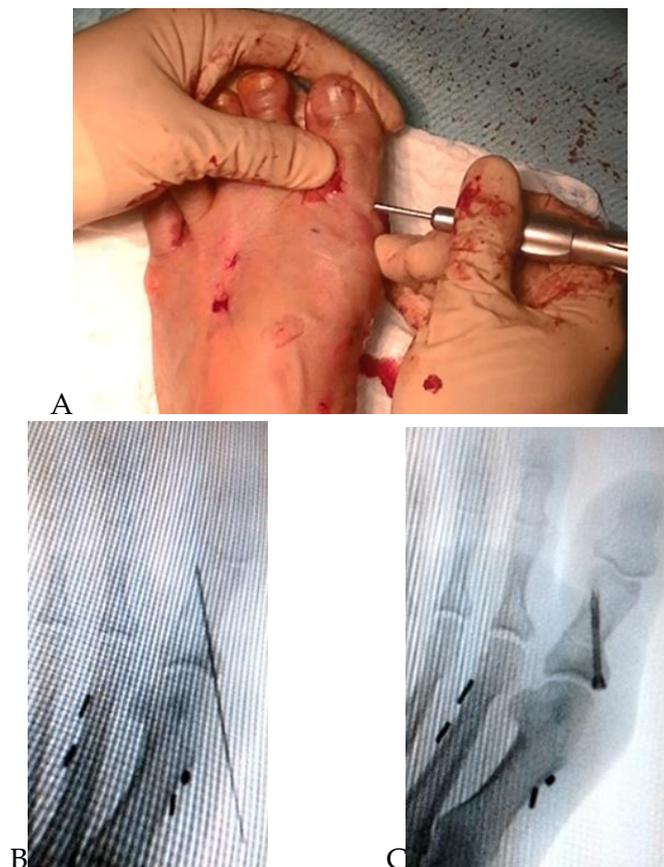


Figura 4.18. A: foto quirúrgica. B y C: Relativas imágenes del fluoroscopio.
Osteotomía de Akin y fijación mediante tornillo de compresión

Ninguna sutura es utilizada para cerrar las incisiones cutáneas, pero se aplica una gasa de Tulgrasum®. Esta se coloca doblada y tiene el objetivo de proteger las incisiones antes de practicar el vendaje. La intervención se completa

mediante la colocación de un vendaje en ligera hipercorrección. Se utilizan gasas de 10X10 cm cruzadas sobre la cara medial del pie.

Mediante una leve tracción se hiper corrige el dedo y el resto del pie se cubre dejando libre los dedos menores. Una venda autoadhesiva de tipo Coban (3-M) completa el vendaje.

Posteriormente se utilizarán unas cinchas cruzadas de esparadrapo (taping), en la misma dirección de las primeras gasas para reforzar la solidez del vendaje

Se colocará un calzado post-operatorio tipo Podalux (DonJoy), y se permitirá al paciente la marcha inmediata en carga completa.

Después de 1 semana, se retirará el vendaje y se invitará el paciente a usar un calzado cómodo y de punta ancha. Al mismo tiempo se le indican los ejercicios de movilización de la AMTF e IF junto a unas sesiones de rehabilitación.



Figura 4.19: Calzado post-operatorio
(Procede de <http://www.djoglobal.eu>)

4.5. ANALISIS ESTADÍSTICO

Se ha realizado una estadística descriptiva de cada variable obteniéndose la distribución de frecuencias. En el caso de variables cuantitativas se calcularon, parámetros característicos: media, desviación típica, máximos y mínimos. La comparación de grupos se hizo mediante contraste de igualdad de medias con el test de la t-Student para datos independientes.

V - RESULTADOS

V - RESULTADOS

5.1. CARACTERÍSTICA DE LA MUESTRA

Una vez aplicados los criterios de inclusión y exclusión, el número total de pacientes estudiados ha sido 104 con una edad media de 52,2 años, (rango 22-68 años). Cuarenta pacientes se sometieron a una corrección quirúrgica en ambos pies, por un total de 144 intervenciones. La segunda intervención del lado contrario se ha conducto mínimo 2 meses después de la primera.

De las 144 intervenciones quirúrgicas realizadas, 10 presentaron complicaciones de varios tipos, y no serán objeto de cálculos estadísticos. Las 10 intervenciones que registraron complicaciones post-quirúrgicas se han analizado y descrito en un capítulo a ellas dedicado.

De los 134 casos objetos de análisis de resultados, solo 104 devolvieron el cuestionario AOFAS, entonces el análisis de datos de la escala AOFAS, solo toma en consideración 104 casos.

5.1.1. Variables epidemiológicas

Se realizaron 66 operaciones en pies izquierdos y 78 en pies derechos. La edad media de los pacientes ha sido de 52,2 años (rango 68-22 años).

Cuarenta pacientes se sometieron a una corrección quirúrgica en ambos pies.

De las 144 intervenciones realizadas 18 han sido en pacientes de sexo masculino.

Los pacientes fueron controlados y visitados en la consulta externa del mismo cirujano autor del estudio, después de haber realizado las radiografías en carga y descarga.

Los controles se realizaron cuatro semanas después de la intervención y al final del seguimiento de los pacientes, llegando a un seguimiento medio de 52,9 semanas (rango 20-71 semanas).

5.1.2. Variables quirúrgicas

Todos los pacientes fueron intervenidos con el mismo procedimiento quirúrgico descrito en este estudio y a todos los pacientes se le implantó el Mini TightRope 1.1mm vía percutánea.

101 operaciones quirúrgicas se completaron con una osteotomía percutánea de la falange tipo Akin, fijada con un tornillo de compresión de 3.0mm (VeoFix, Serf, France), (Figura 4.18 y Tabla 5.1).

A todos los pacientes se les aplicó el mismo protocolo quirúrgico y post quirúrgico descrito en el estudio.

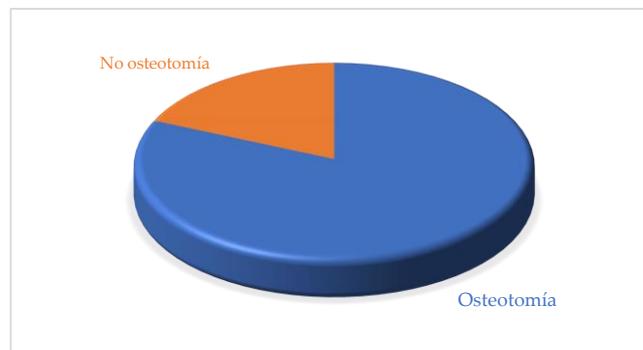


Figura 5.1: Histograma mostrando el porcentaje de casos que fueron sometidos a osteotomías de Akin de la falange, sobre un total de 134.

| | |
|-----------------------|-----|
| Osteotomía Akin | 101 |
| No osteotomía falange | 33 |

Tabla 5.1: Cálculo del número relativo de casos que fueron sometidos a osteotomía de Akin de la falange proximal del primer radio

5.2. RESULTADOS RADIOGRÁFICOS

5.2.1 Cálculo del AIM

El cálculo de los valores del AIM ha registrado una mejora después de 4 semanas de la operación, pasando de un valor medio de 20° (rango 16,2° – 24,7°; P < 0,05) pre-operatorio, a 9,6° en los controles a 4 semanas después de la intervención (rango 5,2° – 13,3°; P < 0,05). Los controles al final del seguimiento (52,9 semanas de seguimiento), registraron valores medios de 10,7° (rango 6,7° – 14,4°; P < 0,05) y que se ha mantenido al final del seguimiento. (Gráfico 5.2 y Tabla 5.2)

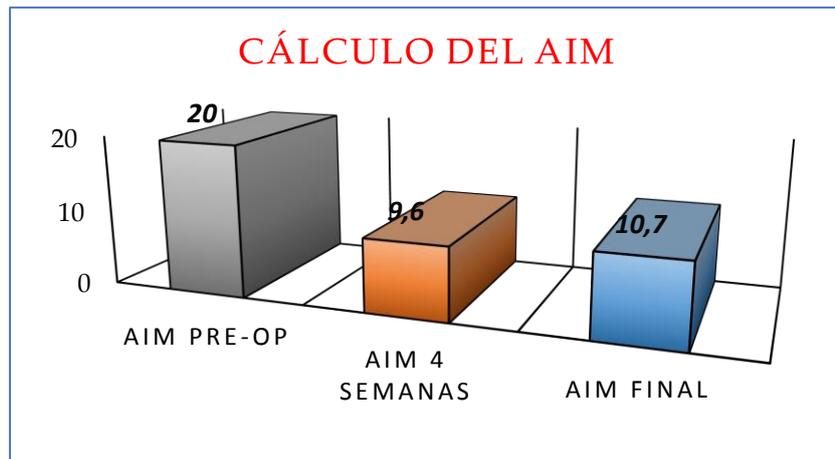


Figura 5.2: Histograma mostrando los cambios del AIM. Comparación entre los datos pre-operatorio, a 4 semanas de la operación y al final del seguimiento.

| | PRE OPERACIÓN | | | 4 SEMANAS SEGUIMIENTO | | | FINAL DEL SEGUIMIENTO | | |
|-----|---------------|---------------|-------|-----------------------|--------------|-------|-----------------------|--------------|-------|
| | AVERAGE | RANGE | P | AVERAGE | RANGE | P | AVERAGE | RANGE | P |
| AIM | 20° | 16,2° – 24,7° | <0,05 | 9,6° | 5,2° – 13,3° | <0,05 | 10,7° | 6,7° – 14,4° | <0,05 |

Tabla 5.2: Valores relativos del cálculo del AIM en el pre-operatorio, a 4 semanas de la operación y al final del seguimiento

5.2.2. Cálculo del AHV

El cálculo de los valores del AHV después de 4 semanas de la operación, pasando de un valor medio de 39,9⁰ (rango 27,7⁰ – 49,9⁰; P < 0,05) pre-operatorio, a 12,4⁰ en los controles a 4 semanas después de la intervención (rango 7,0⁰ – 21,5⁰; P < 0,05). Los controles al final del seguimiento (52,9 semanas de seguimiento), registraron valores medios de 14,5⁰ (rango 7,2⁰ – 23,6⁰; P < 0,05) y que se ha mantenido al final del seguimiento. (Gráfico 5.3 y Tabla 5.3)

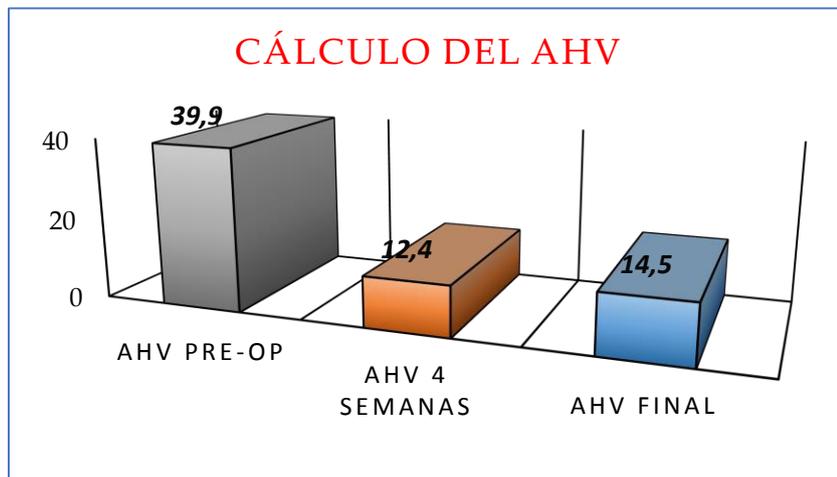


Figura 5.3: Histograma mostrando los cambios del AHV. Comparación entre los datos pre-operatorio, a 4 semanas de la operación y al final del seguimiento.

| | PRE OPERACIÓN | | | 4 SEMANAS SEGUIMIENTO | | | FINAL DEL SEGUIMIENTO | | |
|-----|-------------------|---------------------------------------|-------|-----------------------|------------------------------------|-------|-----------------------|--------------------------------------|-------|
| | AVERAGE | RANGE | P | AVERAGE | RANGE | P | AVERAGE | RANGE | P |
| AHV | 39,9 ⁰ | 26,7 ⁰ - 48,9 ⁰ | <0,05 | 12,4 ⁰ | 7 ⁰ - 21,5 ⁰ | <0,05 | 14,5 ⁰ | 7,2 ⁰ - 23,6 ⁰ | <0,05 |

Tabla 5.3: Valores relativos del cálculo del AHV en el pre-operatorio, a 4 semanas de la operación y al final del seguimiento.

5.2.3. Cálculo del ángulo de declinación del primer metatarsiano

Los controles después de 4 semanas de la operación registraron valores de 19,2° (rango 10,5° – 31,2°; P < 0,05) que se mantuvieron sin cambios al final del seguimiento (52,9 semanas de seguimiento). (Gráfico 5.4 y Tabla 5.4)

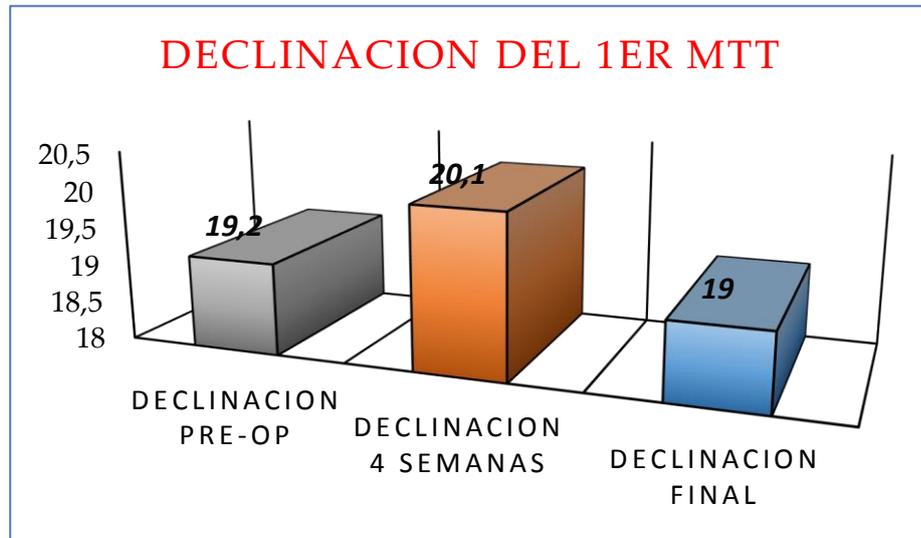


Figura 5.4: Histograma mostrando los cambios del ángulo de declinación del 1er MTT. Comparación entre los datos pre-operatorio, a 4 semanas de la operación y al final del seguimiento.

| | PRE OPERACIÓN | | | 4 SEMANAS SEGUIMIENTO | | | FINAL DEL SEGUIMIENTO | | |
|-------------------|---------------|-------------|-------|-----------------------|-------------|-------|-----------------------|-------------|-------|
| | AVERAGE | RANGE | P | AVERAGE | RANGE | P | AVERAGE | RANGE | P |
| DECLINATION ANGLE | 19,2° | 10,5°-31,2° | <0,05 | 20,1° | 10,6°-32,8° | <0,05 | 19° | 10,8°-32,6° | <0,05 |

Tabla 5.4: Valores relativos del cálculo del ángulo de declinación del 1er MTT en el pre-operatorio, a 4 semanas de la operación y al final del seguimiento

5.2.4. Cálculo de la posición de los sesamoideos

La posición del sesamoideo tibial, describe su relación con la bisección del primer eje metatarsiano en una visión dorso-plantar. La elaboración de los datos relativos a la posición de los sesamoideos ha registrado una mejora después de 4 semanas de la operación, pasando de un valor medio de 2,7 (rango 1 - 4; $P < 0,05$) pre-operatorio, a 0,4 en los controles a 4 semanas después de la intervención (rango 0 - 2; $P < 0,05$). Los controles al final del seguimiento (52,9 semanas de seguimiento), registraron valores medios de 0,6⁰ (rango 0 - 2; $P < 0,05$) y que se han mantenido al final del seguimiento. (Gráfico 5.5 y Tabla 5.5)

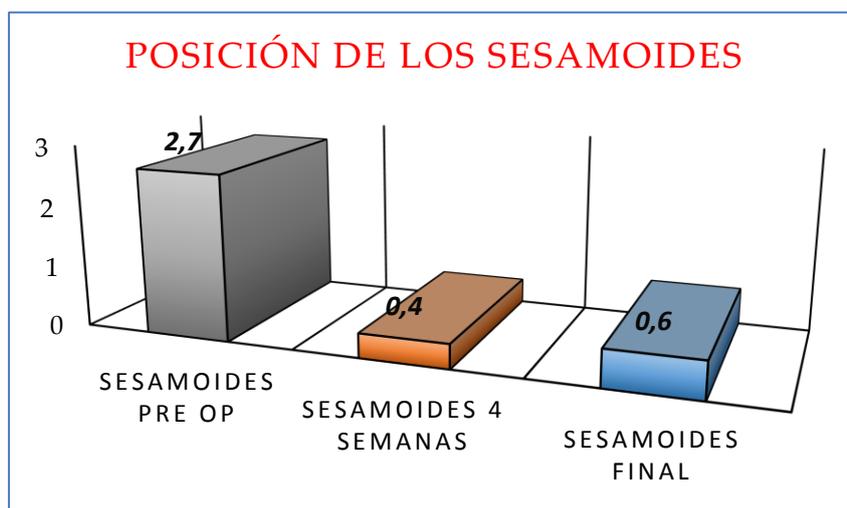


Figura 5.5 Histograma mostrando los cambios de la posición de los huesos sesamoideos. Comparación entre los datos pre-operatorio, a 4 semanas de la operación y al final del seguimiento.

| | PRE OPERACIÓN | | | 4 SEMANAS SEGUIMIENTO | | | FINAL DEL SEGUIMIENTO | | |
|-----------------|---------------|-------|-------|-----------------------|-------|-------|-----------------------|-------|-------|
| | AVERAGE | RANGE | P | AVERAGE | RANGE | P | AVERAGE | RANGE | P |
| SESAMOID POSIT. | 2,7 | 1 -4 | <0,05 | 0,4 | 0 - 2 | <0,05 | 0,6 | 0 - 2 | <0,05 |

Tabla 5.5: Valores relativos del cálculo de la posición de los huesos sesamoideos en el pre-operatorio, a 4 semanas de la operación y al final del seguimiento.

5.2.5 Cálculo de la congruencia de la primera articulación metatarso-falángica

La congruencia articular (Grado 1) se restableció en 97 de 134 casos. Treinta y siete pacientes quedaron con una incongruencia articular de grado 2, pero ningún paciente quedó con una sub-luxación de la articulación metatarso-falángica (Grado 3). Ningún paciente presentaba una congruencia articular anteriormente al tratamiento quirúrgico, con 91 caso de incongruencia (grado 2) y 43 caso de sub-luxación (Grado 3). (Gráfico 5.6 y Tabla 5.6)

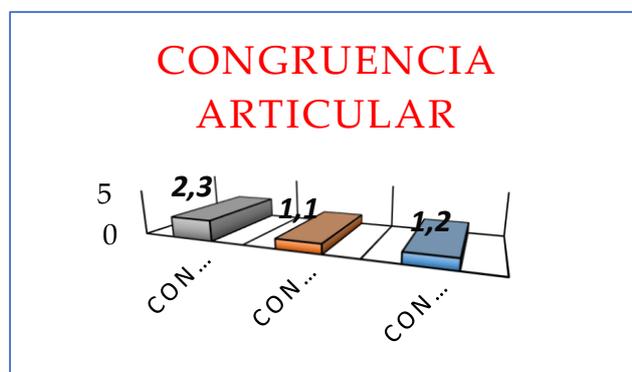


Figura 5.6: Histograma mostrando los cambios de la congruencia articular de la 1^{ra} AMTF. Comparación entre los datos pre-operatorio, a 4 semanas de la operación y al final del seguimiento.

| | PRE OPERACIÓN | | | 4 SEMANAS SEGUIMIENTO | | | FINAL DEL SEGUIMIENTO | | |
|-------------|---------------|-------|-------|-----------------------|-------|-------|-----------------------|-------|-------|
| | AVERAGE | RANGE | P | AVERAGE | RANGE | P | AVERAGE | RANGE | P |
| CONGRUENCIA | 2,3 | 1 - 3 | <0,05 | 1,1 | 1 - 2 | <0,05 | 1,2 | 1-2 | <0,05 |

Tabla 5.6: Valores relativos de la congruencia articular de la AMTF en el pre-operatorio, a 4 semanas de la operación y al final del seguimiento.

5.3. RESULTADOS CLÍNICOS

5.3.1. Escala AOFAS

Los resultados clínicos se elaboraron por medio de los valores registrados en el cuestionario del American Orthopaedic Foot and Ankle Society (AOFAS) evaluados con la escala "Hallux metatarsophalangeal-interphalangeal scale"^{126,127}. (Tabla 5.7 y Tabla 5.8) (Grafico 5.7)

Todos los pacientes recibieron el cuestionario antes de la intervención quirúrgica y en la última revisión al final del seguimiento.

De los 134 casos objeto del estudio, solo 104 devolvieron el cuestionario.

| Variable | Pre-op | Post-op |
|---|--------|---------|
| Dolor | | |
| Sin Dolor | 0 | 74 |
| Leve | 25 | 30 |
| Moderado | 54 | 0 |
| Severo | 25 | 0 |
| Limitación actividad | | |
| Sin limitación | 21 | 88 |
| Solo actividades recreativas | 40 | 16 |
| Alguna limitación vida diaria | 34 | 0 |
| Importante limitación vida diaria | 9 | 0 |
| Calzados | | |
| Cualquiera | 86 | 95 |
| Cómodo con plantilla | 17 | 9 |
| Calzado ortopédico o modificado | 1 | 0 |
| Movilidad ATMF del 1^{er} dedo (dorso-plantar) | | |
| Normal o ligeramente reducida (75 ^o o más) | 80 | 69 |
| Reducción moderada (30 ^o – 74 ^o) | 23 | 32 |
| Reducción importante (inferior a 30 ^o) | 1 | 3 |
| Movilidad AIF del 1^{er} dedo (en flexión plantar) | | |
| Ninguna reducción | 100 | 100 |
| Importante reducción (inferior a 10 ^o) | 4 | 4 |
| Estabilidad del 1^{er} dedo (ATMF ET AIF en todas las direcciones) | | |
| Estable | 87 | 94 |
| Inestable | 16 | 10 |
| Hiperqueratosis | | |
| No presentes o asintomáticos | 19 | 95 |
| Presentes y sintomáticos | 85 | 9 |
| Alineación del 1^{er} dedo | | |
| Buena alineación | 0 | 88 |
| Alineación imperfecta | 28 | 16 |
| Defecto de alineación | 76 | 0 |

Tabla 5.7: Datos pre y post quirúrgicos de la escala AOFAS por número de pacientes

| | MEDIA | DEV. ST. +/- | MEDIA | DEV.ST.+/- |
|-------------------------------|----------------|--------------|-----------------|------------|
| | PRE-OPERATORIO | | POST-OPERATORIO | |
| DOLOR | 17,3 | 10,8 | 37,1 | 4,5 |
| LIMITACIÓN DE LAS ACTIVIDADES | 7,6 | 3,9 | 9,5 | 1,1 |
| CALZADO | 9,1 | 2,1 | 9,1 | 2,0 |
| MOVILIDAD I ATMF | 8,7 | 2,3 | 8,3 | 2,7 |
| MOVILIDAD AIF I DEDO | 4,8 | 1,1 | 4,8 | 1,1 |
| ESTABILIDAD I DEDO | 4,2 | 1,9 | 4,5 | 1,5 |
| HIPERQUERATOSIS | 1,0 | 2,0 | 4,6 | 1,5 |
| ALINEACIÓN DEL I DEDO | 2,2 | 3,6 | 13,1 | 2,6 |
| TOTAL | 54,7 | 18,0 | 91,8 | 10,2 |

Tabla 5.8: Valores medios pre y post quirúrgicos de la escala AOFAS

La media de la escala AOFAS pre quirúrgica fue de $54,7 \pm 18,0$ puntos (rango, 12 - 78), aumentando hasta $91,8 \pm 10,2$ puntos (rango, 70-100) al final del periodo de seguimiento. La prueba T de Student para muestras pareadas mostró que la diferencia resultó estadísticamente significativa ($p < 0,5$). (Tabla 5.8)

74 de los 104 pies evaluados, quedaron completamente libres de dolor, mientras que 30 refirieron dolor leve u ocasional alrededor de la primera cabeza metatarsiana solo en actividades recreativas. 9 casos estudiados, necesitaron calzados cómodos con plantilla después de la intervención y 9 casos quedaron con una leve reducción de la movilidad (rango $30^0 - 74^0$). (Tabla 5.7)

85 casos presentaban una hiperqueratosis pre quirúrgica, dolorosa bajo el 1er dedo, mientras que sólo 9 de los casos presentaron la misma lesión post quirúrgicamente (Tabla 5.7). Las diferencias fueron significativas ($p < 0,5$) en todos los elementos de la escala AOFAS



Figura 5.7: Histograma mostrando los cambios de los valores medios de la escala AOFAS

5.4. COMPLICACIONES

En el estudio objeto de la discusión, se registraron 10 casos de complicaciones que no se incluyeron en la elaboración de los datos. De hecho, de 144 operaciones realizadas, solo 134 fueron objeto de la elaboración estadística, en cuanto 10 fueron las complicaciones.

De las 10 complicaciones registradas, 6 pacientes subieron complicaciones debidas a la incorrecta implantación del Mini TightRope. En 4 de los 6 pacientes de este grupo, se evaluó el fallo de 1 de los 2 implantes, que rompió una de las dos corticales de los huesos metatarsianos. El segundo implante, correctamente colocado, ha evitado la recidiva. En ningún caso se ha registrado una fractura completa del segundo metatarsiano.

En los otros 2 pacientes de este grupo se verificó el fallo completo del implante, (Figura 5.1) causando la recidiva de la deformación en ambos casos. Uno de los dos pacientes quedó suficientemente satisfecho y no demandó ser re-intervenido. El segundo paciente fue re-intervenido 9 semanas después con

técnica de Scarf. Durante la intervención se confirmó el incorrecto posicionamiento de los 2 implantes, quedando demasiado cerca a la cortical dorsal del primer y segundo metatarsiano. Al mismo tiempo se confirmó la integridad del sistema Mini TightRope 1.1mm.



Figura 5.8: Recidiva de la deformidad del HV por incorrecto posicionamiento del Mini TightRope 1.1mm.

En ambos sistemas, 1 de los 2 botones rompe la cortical de uno de los 2 MTT
No hay signos de fracturas de estrés.

Otros 2 pacientes sufrieron de una fractura de estrés del segundo metatarsiano. (Figura 5.2). Los pacientes acudieron a la consulta del cirujano entre la sexta y decima semana, manifestando hinchazón en la cara dorsal del pie operado. En la radiografía se descubrió una fractura de estrés del II metatarsiano.



Figura 5.9: Fracturas de estrés del II MTT.

En ambos pacientes no se cambió el protocolo post-operatorio, autorizando la deambulación en carga a ambos pacientes. Ambas fracturas consolidaron a los 3 meses de seguimiento. (Figura 5.3).



Figura 5.10: Tres meses de una fractura de estrés del II MTT por corrección de HV con técnica POS. Ver la osteotomía de descarga del III MTT (en fase de consolidación)

En otros 2 pacientes se observó recidiva de la deformidad, sin signos de fractura o incorrecto posicionamiento del implante en la radiografía (Figura 5.11). Ambos pacientes decidieron no re-intervenir la recidiva, al haber resuelto en gran parte sus problemas de dolor. En ambos pacientes, en el momento que se hizo el diagnóstico de la recidiva, se confirmó una híper-movilidad del primer metatarsiano.

No se registraron caso de infección o trombosis, ni deformación en varus.

No se registraron casos de eritema cutáneo debido a la presencia del material implantado, ni casos de desplazamiento de la osteotomía de Akin debida a la movilización precoz.



Figura 5.11: Tres meses. Rícidiva de la deformidad del HV. Ver como el Mini TH parece ser implantado de forma correcta y no hay signos de fracturas de estrés.

VI - DISCUSIÓN

VI - DISCUSIÓN

En los estadios iniciales del HV, los tratamientos conservadores como las ortesis de silicona o las plantillas ortopédicas pueden ayudar a paliar el dolor¹³⁰ del HV. Si la deformidad aumenta, la corrección quirúrgica será el único tratamiento para restaurar la alineación fisiológica del primer radio y evitar entonces los procesos dolorosos⁷¹.

Desde el primer tratamiento quirúrgico propuesto por Reverdin, el 4 de mayo de 1881, en un informe entregado a la Sociedad Médica de Genfer⁷³, muchos autores han presentado sus experiencias personales en este campo quirúrgico, usando diferentes técnicas quirúrgicas y diferentes sistemas de corrección. De hecho, para el tratamiento quirúrgico del HV han sido descritas más de 100 técnicas.

Las osteotomías distales se han defendido para la corrección del Hallux Valgus leve y moderado (AIM menor de 16 grados)³¹, mientras que las osteotomías proximales han sido recomendadas para la corrección de una deformidad con un AIM mayor de 20 grados³⁰. Las posibles complicaciones asociadas a las osteotomías pueden ser muy variada y van desde el acortamiento del primer metatarsiano, la pérdida de fijación a la consolidación retardada o pseudo-artrosis⁷⁸, la consolidación viciosa y la elevación del primer radio^{83,84}, hasta la necrosis avascular⁷⁷.

En los últimos años se ha propuesto con más insistencias la idea de que es posible corregir el AIM y entonces el HV, sin practicar osteotomías del primer MTT, al fin de evitar las complicaciones relacionadas a las fracturas del mismo^{115,117,118,141}. Con el tiempo y la práctica quirúrgica, se han introducido más dispositivos “sin osteotomía” en el mercado y todos se fundamentan en el concepto de corregir el AIM fijando el primer MTT al segundo, por medio de placas, tornillos o botones de apoyo cortical. La base de esta filosofía reside en la

idea que el segundo MTT sea el punto de anclaje del 1er MTT (Keystone) y que pueda sostener la corrección hasta que se forme una fibrosis que actúe de ligamento inter-metatarsal^{115, 116, 117,118,121,141}.

Si bien los estudios de laboratorio han demostrado una excelente capacidad de corrección del AIM^{115, 116, 117,118,121,141}, a estos sistemas se les critica que producen una sobrecarga del segundo MTT y que a lo largo puedan producir fracturas, siendo solicitado constantemente y durante mucho tiempo, hasta que se forme una fibrosis que actúe de ligamento inter-metatarsal. Las técnicas quirúrgicas de corrección "osteotomy spare" del 1er MTT prometen una más rápida recuperación, con menos dolor y menor consumo de antiinflamatorios en el post operatorio^{115, 116, 117,118,119, 120,121,141}.

En los últimos 15 años, la tendencia de la cirugía ortopédica del pie ha evolucionado constantemente hacia técnicas menos cruentas y mínimamente invasivas (MIS)^{99,100} con el objetivo de reducir el dolor post-operatorio y favorecer una rápida recuperación. Al mismo tiempo, estas técnicas proporcionan un mejor resultado estético en los pacientes, una meta imposible de alcanzar con las técnicas quirúrgicas tradicionales¹⁰¹⁻¹⁰². Todas las técnicas MIS, igualmente a las técnicas tradicionales, utilizan gestos sobre las partes blandas y osteotomías del 1er MTT con el fin de corregir la deformación del HV.

El presente trabajo es el primero en la literatura que proporciona los resultados a corto y medio plazo de un sistema de corrección del hallux valgus sin osteotomía metatarsal, utilizado por vía percutánea (POS: Percutaneous Osteotomy Spare).

En el presente estudio entonces, se han evaluado los parámetros radiográfico-correspondientes a los valores de AIM, AHV, declinación del 1er MTT, posición de los sesamoideos, y la congruencia de la AMTP del 1er segmento, además del grado de satisfacción de los pacientes intervenidos por medio del cuestionario AOFAS del pie.

Los resultados inherentes el AIM han demostrado una corrección eficaz después de 4 semanas de la operación, pasando de una media de 20° a 9.6° . Estos resultados están en línea con los resultados presentados en la literatura reciente examinada en el presente trabajo, donde se demuestra una reducción del AIM de aproximadamente el 50% con respecto a los valores iniciales^{101,131,81,37,106,107,122,132,39,91,112}.

De otro lado hay que evidenciar que los valores registrados en la cuarta semanas post-operatoria, eran de 9.6° , registrando una leve pérdida de corrección a 10.7° en el último control. Posiblemente la diferencia de resultados puede ser debida a una leve variación de posición del pie durante la ejecución de la radiografía. De otro lado, si queremos aceptar que efectivamente se haya registrado una leve pérdida de corrección desde la cuarta semana hasta el último control, podemos justificar dicho resultado como consecuencia de un leve deslizamiento de los nudos que se terminan de cerrar entre ellos en el post-operatorio.

Paralelamente a los resultados inherente el AIM, pero, se ha registrado una analogía en los resultados registrados en el cálculo del AHV. Dichos valores han mejorado sensiblemente en el post-operatorio, pasando de 39.9° a 14.5° en la última revisión. Para lo que concierne este parámetro de medición, la pérdida de corrección entre la cuarta semana y el último control radiográfico ha sido de aproximadamente 2° no siendo estadísticamente significativa.

Inherente al AHV, la mejoría de los valores angulares está en línea con la media registrada por otros autores^{73,81,79,107,132,39,91} que hemos encontrado en la literatura. Casi todos los pacientes objeto de nuestro estudio (101 de 134 estudiados) han sido sometidos a una osteotomía adicional de Akin de la falange, remarcando de esta forma la importancia de dicha osteotomía para la mejoría del ángulo del HV.

Con respecto a los valores de declinación del 1er MTT, no se ha registrado ningún cambio después de la corrección quirúrgica, resultado que era lógicamente previsible al no realizar ninguna osteotomía metatarsal. Estos

resultados indican también que la liberación capsular medial de la articulación tarso metatarsiana del primer segmento, no produce una inestabilidad sagital del 1er dedo.

Como consecuencia de la corrección del AIM, también la posición de los sesamoideos con respecto a la cabeza del 1er MTT ha mejorado, como la congruencia articular de la articulación MTP, pasando del 100% de incongruencia o sub-luxación antes de la cirugía, a 97 casos sobre 134 de congruencia en la última revisión realizada, quedando un 7% de casos de incongruencia articular. Ningun caso de sub-luxacion.

El grado de satisfacción de los pacientes operado se ha elaborado por medio de los valores registrados en el cuestionario del American Orthopaedic Foot and Ankle Society (AOFAS) "Hallux metatarsophalangeal-interphalangeal scale"^{126,127}. Todos los pacientes recibieron el cuestionario antes de la intervención quirúrgica y en la última revisión al final del seguimiento, pero solo 104 de los 134 casos objeto del estudio, devolvieron el cuestionario.

La elaboración estadística de los datos ha puesto en evidencia una desaparición de los síntomas dolorosos en 74 pacientes, quedando un número de 30 pacientes que referían todavía un leve dolor a nivel de la AMTF y solo durante las actividades recreativas. Ningún paciente ha quedado con un dolor limitante durante la vida cotidiana.

Al lado de estos datos, llama la atención un relativo empeoramiento de la movilidad de la AMTP del primer radio. De 80 pacientes que no presentaban ninguna limitación articular, solo 69 volvieron a recuperar el mismo rango de movimiento y de 23 que ya presentaban una moderada reducción de la movilidad ($30^{\circ} - 70^{\circ}$) pre operatoria, se ha llegado a 32 paciente en el post-operatorio. Tres pacientes quedaron con una reducción importante de la movilidad y fueron sometidos a una movilización cerrada bajo anestesia, resolviendo todos los problemas.

El parámetro de la movilidad post operatoria es muy llamativo en cuanto manifiesta una clara tendencia a la rigidez articular, aunque el tiempo de inmovilización relativa ha sido de solo una semana. Un análisis más detallado de los resultados puede encontrar su explicación en el desequilibrio musculotendinoso y en la tensión relativa de los músculos flexores y extensores. No hemos encontrado estudios en la literatura que pongan en relación la rigidez del HV con la osteotomía percutánea de la falange, pero en nuestro estudio, de los 134 casos estudiados, 101 fueron sometidos a una osteotomía correctora de Akin, quedando 33 pacientes libres de osteotomía falángica. De ellos, 25 devolvieron el cuestionario AOFAS y fueron objeto de evaluación clínica. De este grupo de pacientes, 19 presentaron una tendencia a la rigidez siendo 76% el porcentaje relativo de este grupo contra el 7% del grupo de pacientes sometidos a osteotomía de Akin.

Entonces en nuestra opinión, existe una mayor tendencia a la rigidez en los pacientes que no han sido sometidos a osteotomía de la falange y encontramos su posible explicación, por la reducción anatómica realizada con la técnica quirúrgica descrita. En la patogénesis del HV, los tendones de los músculos abductor hallucis, flexor largo del hallux y extensor largo del hallux, actúan como la cuerda de un arco (Figura 6.1.). Con la osteotomía de la falange se produce inevitablemente un acortamiento del primer radio que entonces resulta ser sometido a una menor fuerza de tracción por los músculos flexores y extensores; este fenómeno descarga de tensión la AMTF que puede entonces recuperar su movilidad.

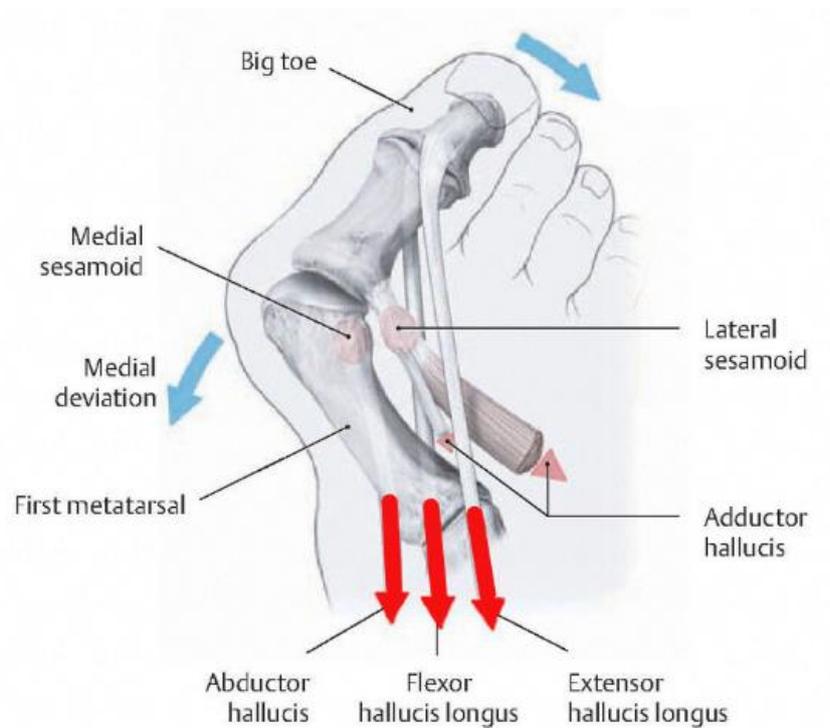


Figura 6.1. Patogénesis del HV. Mecanismo de tirante ejercido por los tendones de los músculos abductor hallucis, flexor largo del hallux y extensor largo del hallux

Es definitiva, en esta técnica percutánea es importante la osteotomía de la falange, no solo con el fin de corregir el AHV, sino también con la finalidad de evitar la rigidez articular.

La elaboración de todos los parámetros del cuestionario AOFAS ha registrado una enorme satisfacción general de los pacientes, mejorando el valor inicial de 54,7 a un valor de 91,8 en el post operatorio.

En nuestra casuística, no hemos registrado ningún caso de metatarsalgia secundaria a la corrección, no habiéndose reportado datos relativos a una sobrecarga por transferencia a las cabezas de los otros metatarsianos. Este parámetro es de gran importancia clínica y contrario a los resultados encontrados en la literatura. El porcentaje de metatarsalgia secundaria puede llegar hasta un 25% de los pacientes intervenidos para corrección del HV^{143,144,145,146,147}, viendo

como primer responsable el acortamiento del primer MTT debido a la osteotomía correctora. Entonces estos datos son de gran importancia, en cuanto confirman la necesidad de una corrección verdaderamente anatómica del AIM, que nunca se puede conseguir con técnicas de osteotomías metatarsales.

Además, en muchos casos se había registrado en el pre-operatorio la coexistencia de una metatarsalgia del segundo segmento que no se ha tratado quirúrgicamente para no debilitar el segundo MTT que actúa de piedra angular en la técnica POS. La totalidad de estos pacientes han resuelto espontáneamente el problema de sobrecargas metatarsales después de la corrección quirúrgica del HV.

Estos datos, en nuestra opinión pueden ser justificados en cuanto, si por un lado es verdad que el segundo MTT funge de “keystone” y entonces de anclaje para la corrección del 1er MTT, por otro lado, el mismo es también sujeto a una fuerza de tracción en dirección latero-medial ejercida por el primer metatarsiano. El resultado de esta contraposición de fuerzas es un evidente desplazamiento lateral del 1er MTT y un leve desplazamiento medial de la cabeza del segundo MTT que entonces ejerce una presión plantar más medial a su posición inicial, produciendo un alivio sintomático del dolor.

En nuestro estudio no hemos registrado ningún caso de hallux varus como consecuencia de una híper-corrección. Esta es una complicación relativamente frecuente, con un porcentaje que puede llegar hasta un 15%, como demuestran algunos estudios encontrados en la literatura^{133,134,135,136}, viendo como factores responsables: la excesiva resección de la prominencia medial, una excesiva retención capsular medial, un desequilibrio muscular en la base de la falange proximal. La técnica quirúrgica descrita en el presente estudio, al no realizar una sutura capsular y controlando bajo fluoroscopia la resección de la eminencia medial, limita el riesgo de posibilidad de híper-corrección en varo del 1er dedo.

En un interesante estudio realizado por Khun et al¹³⁷ se ha demostrado, usando un láser-Doppler intraoperatorio, que la combinación de una osteotomía de Chevron asociada a un retensaje capsular medial y a una tenotomía del

aductor de la falange, reducen el aporte hemático a la cabeza del 1er MTT en un 71%, siendo la capsulotomía lateral el gesto más traumático. En nuestro estudio no hemos registrado ningún caso de necrosis ósea a pesar de que siempre se han practicado los gestos descritos sobre las partes blandas, pero al no realizar ninguna osteotomía, no se han producidos trastornos del flujo de sangre al hueso.

En total se registraron 10 casos de complicaciones post quirúrgicas que no han sido incluidas en la elaboración de los datos, siendo en total 144 intervenciones.

De las 10 complicaciones registradas, 6 pacientes manifestaron complicaciones debidas a la no correcta implantación del Mini TightRope. De hecho, en 4 de los 6 pacientes se evaluó de forma clara el fallo de 1 de los 2 implantes del Mini TR, que rompió una de las dos corticales del segundo metatarsiano saliendo del hueso sin producir ninguna fractura completa del hueso. El segundo implante, correctamente colocado, ha evitado la recidiva y en ningún caso se ha registrado una fractura completa de los metatarsianos.

Los restantes 2 paciente de este grupo de 6, presentaron una clara recidiva a causa del fallo de ambos implantes del Mini TR, siendo el túnel oseó no centrado en el segundo MTT. Hemos llegado a esta conclusión en cuanto uno de los dos pacientes quedó suficientemente satisfecho y no demandó de ser re-intervenido, pero el segundo paciente fue re-intervenido 12 semanas después con técnica de Scarf y durante la intervención se reportó el incorrecto posicionamiento de los 2 implantes, quedando demasiado cerca a la cortical dorsal del primer y segundo MTT. Al mismo tiempo se confirmó la integridad del sistema Mini TightRope. Entonces consideramos de fundamental importancia en esta técnica quirúrgica la correcta tunelización de los metatarsiano y sobre todo del segundo MTT que, siendo mucho más pequeño, es mucho más expuesto a riesgos de fracturas.

El Mini TR 1.1mm es un sistema de corrección "osteotomy spare" que es distribuido por Arthrex® con su guía de utilización para la cirugía tradicional del HV (Figura 6.2.) y prevé la tunelización de los metatarsianos en dirección medio-lateral.



Figura 6.2. Guía de tunelización de los metatarsianos.
(Procede de Arthrex.com)

En nuestra práctica quirúrgica percutánea hemos intentado utilizar su guía, pero ha resultado poco adaptable a la técnica POS y preferimos implantar el sistema sin guía, en dirección latero-medial, según las técnicas de implantes de los fijadores externos. Está claro que, como todas las técnicas quirúrgicas, la POS también necesita una curva de aprendizaje y, de hecho, 6 de las 10 complicaciones se registraron en los primeros 6 meses del estudio, a confirmación del fallo técnico de ejecución de un procedimiento quirúrgico cerrado y, a nuestro juicio, de difícil ejecución para los cirujanos que no tienen previa experiencia con los gestos básicos de las técnicas percutáneas.

Otros 2 pacientes sufrieron una clara fractura de stress del segundo MTT. Los pacientes acudieron a la consulta del cirujano entre la sexta y decima semana, manifestando hinchazón en la cara dorsal del pie operado y en la radiografía de descubrió una fractura de estrés del II MTT. Ambos pacientes no han sido sometidos a cambios del protocolo post-operatorio, autorizando la deambulación en carga a ambos pacientes. Ambas fracturas consolidaron a los 3 meses de seguimiento (Figura 6.3).

Con respecto al riesgo de fracturas del segundo MTT por sobrecarga (efecto resorte), hemos registrado un porcentaje muy inferior al encontrado en la literatura^{119,115,118,120,121}. Esta evidente diferencia de resultados puede encontrar

varias explicaciones; en primer lugar, hay que considerar que todos los artículos encontrados en la literatura se refieren al Mini TightRope 2,7, una versión actualmente disponible en el mercado solo para la corrección del hallux varus debido al hecho que la creación de un túnel óseo de 2,7mm de diámetro debilita mucho el segundo MTT poniendo a riesgo su integridad. Además, esta versión de implante utiliza solo 2 botones de apoyo cortical, concentrando las fuerzas que se oponen a la corrección en un único punto, que además coincide con el túnel óseo.

La segunda explicación que podemos aportar a nuestro favor reside en las diferentes técnicas quirúrgicas utilizadas. En todos los artículos presentes en la literatura, el Mini TightRope se implanta vía técnicas abiertas previa disección quirúrgica de los planos previo doble abordaje al primer y segundo MTTs. Entonces pensamos que el respecto de las partes blandas en la técnica percutánea, puede favorecer una resistencia natural a las fuerzas que se oponen a la corrección que contribuye a preservar la integridad del segundo MTT. Además, el retensaje capsular medial de la articulación tarso-metatarsiana del primer segmento, neutraliza en parte el efecto resorte de dichas fuerzas.

Por último ponemos la atención sobre los gestos quirúrgicos realizados para corregir el AIM. En todos los trabajos presentes en literatura, la corrección del AIM se realiza por medio de pinzas mecánicas^{115, 116,117,118} que, en nuestra opinión sobre-estresan el segundo MTT, en una constante búsqueda de la mejor corrección posible. En nuestra práctica quirúrgica, la reducción del AIM se efectúa manualmente mediante compresión manual inter-metatarsiana y entonces limitando la corrección del AIM a la capacidad de movimiento del 1er MTT.



Figura 6.3. Radiografía a 3 meses post-operatorio que demuestra la consolidación de una fractura de estrés del II MTT. Osteotomía de descarga del III MTT en fase de consolidación

En otros 2 pacientes de los 10 que presentaron complicaciones, se verificó la recidiva de la deformación sin registrarse en la radiografía, signos de fracturas o incorrecto posicionamiento del implante. Ambos pacientes decidieron de no reintervenir la recidiva, al haber resuelto en gran parte sus problemas de dolor, así que actualmente no podemos facilitar una justificación a la recidiva.

En ambos pacientes, en el momento que se hizo diagnóstico de la recidiva, se confirmó una hiper-movilidad del primer MTT mediante test de Coleman. Mirando las consideraciones aportadas por los autores que han utilizado previamente el sistema Mini TR, la hiper-movilidad de la articulación cuneo-metatarsiana es considerada una clara contraindicación que predispone a una ruptura del sistema^{115,116,117,118}. En nuestra experiencia no hemos sometidos todos los pacientes al test de Coleman en la planificación pre-operatoria, pero presumimos que el porcentaje de hiper-movilidad de dicha articulación sea mucho mayor del 1,7% (2 casos verificados sobre 134 operaciones realizadas). Entonces la hipótesis avanzada por otros autores que han tenido experiencias con el Mini TR no es del todo satisfactoria frente a nuestra casuística.

VII - CONCLUSIONES

VII CONCLUSIONES

Atendiendo a los objetivos planteados y basándonos en los resultados obtenidos, formulamos las siguientes conclusiones:

1. Se ha descrito una técnica quirúrgica percutánea que prevé la corrección del AIM sin osteotomía del 1er metatarsiano. La técnica quirúrgica se ha descrito con todos sus gestos, desde la instalación del paciente, hasta el vendaje y protocolo post-operatorio. Se le ha identificado con el acrónimo POS (Percutaneous Osteotomy Spare)
2. Los resultados a corto y medio plazo del uso del Mini TightRope vía percutánea demuestran una buena capacidad de corrección del AIM, si está correctamente implantado.
3. El riesgo de fracturas de estrés del segundo metatarsiano es mínimo, si la reducción del AIM se realiza manualmente por compresión inter metatarsiana y se procede a una liberación capsular medial de la primera articulación tarso-metatarsiana.
4. La técnica POS se acompaña de un alto grado de satisfacción para los pacientes, debido a la rápida recuperación al mínimo dolor en el post-operatorio y al resultado estético.

VIII – LIMITACIONES Y FUTURAS LÍNEAS DE INVESTIGACIÓN

VIII –LIMITACIONES Y FUTURAS LÍNEAS DE INVESTIGACIÓN

8.1. LÍMITES DEL ESTUDIO

El presente estudio presenta muchos límites, pero consideramos importante presentar los resultados iniciales de una técnica quirúrgica percutánea que pretende realizar una corrección verdaderamente anatómica del HV.

La primera limitación reside en el seguimiento limitado a una media de 52,9 semanas. Aunque la muestra utilizada es suficientemente amplia con respecto a las muestras presentadas en otros trabajos, el seguimiento es relativamente corto, considerando un tiempo límite de mínimo 5 años para poder traer resultados ciertos y fiables. Consideramos que el tiempo de seguimiento sea de fundamental importancia para poder practicar esta técnica quirúrgica con total seguridad porque no existen estudios que demuestren la efectiva formación de una fibrosis estructural que actúe de ligamento inter-metatarsiano. Entonces no sabemos durante cuánto tiempo el Mini TR debe preservar su integridad antes de que un proceso biológico de fibrosis pueda tomar el lugar del implante que actúa de ligamento inter-metatarsiano artificial. Futuros estudios podrían utilizar la RNM y/o TAC y valorar la formación eficaz de un ligamento fibrótico inter-metatarsiano entre el primero y segundo MTT.

Otro límite identificado en este estudio, es la falta de homogeneidad del seguimiento. Por razones clínico-quirúrgicas, no ha sido posible realizar el último control clínico al mismo tiempo en todos los pacientes, resultando un grupo no homogéneo en el seguimiento del último control clínico-radiográfico. Los datos presentados se refieren al seguimiento medio.

Otro límite identificado en el presente estudio, ha sido no haber sometido a todos los pacientes al test de Coleman en la planificación pre-operatoria y en las evaluaciones clínicas. El test de Coleman hubiera aportado datos importantes a la

comprensión del papel de la articulación tarso-metatarsiana del primer radio en la corrección anatómica del HV.

Por último, la falta de un grupo control es un evidente límite del trabajo, al no existir en la literatura examinada, una técnica percutánea sin osteotomía del primer MTT.

8.2. FUTURAS LÍNEAS DE INVESTIGACIÓN

Los botones de apoyo cortical son sistemas de anclaje cada vez más utilizados en diferentes campos de la cirugía ortopédica. Se ha hecho un amplio uso de estos dispositivos en la reconstrucción del ligamento cruzado anterior, por ejemplo, pero también en la reparación de la sindesmosis del tobillo y de la muñeca, en la corrección del hallux varus, o en la reducción de las luxaciones acromio-clavicular del hombro y en la rizartrosis de la mano, entre otros.

En esta dirección, podría plantearse la posibilidad de utilizar el Mini TR en la corrección del quinto dedo varo (juanete del sastre), al no existir ningún estudio en la literatura.

De igual forma es interesante, estudiar mejor la morfología de la articulación cuneo-metatarsiana que resulta ser punto fundamental de esta técnica quirúrgica.

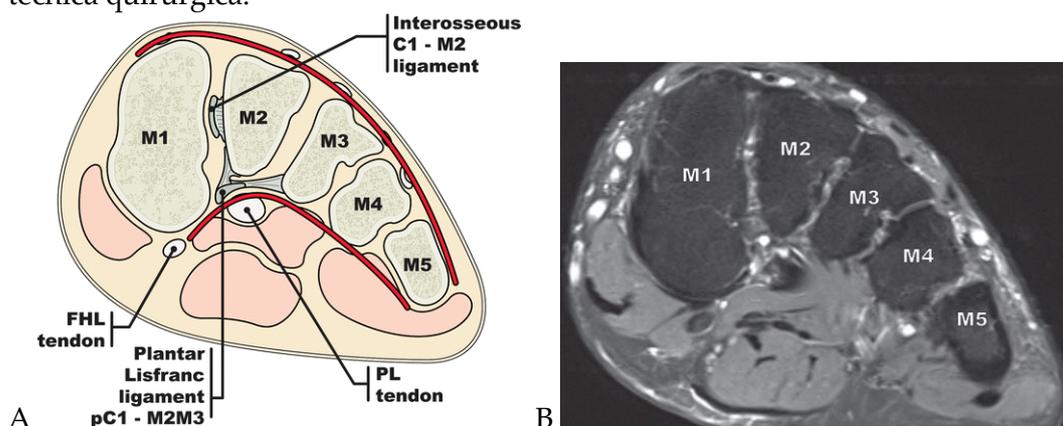


Figura 7.1. A) Representación de los ligamentos inter metatarsianos entre primer y segundo MTT. B) Resonancia Magnética T2 en axial del pie.

La movilidad de dicha articulación representa un punto cardine en la corrección anatómica del HV y contrariamente a otros autores que han utilizado el Mini TR no estamos seguros que sea la híper-movilidad la causa del fallo del Mini TR.

Igualmente es interesante presentar datos sobre los posibles cambios morfológicos o degenerativos que se pueden producir a largo plazo, después de una corrección del AIM vía anclaje del 1er MTT al segundo.

Creemos además que futuros estudios de RNM y TAC pueden aclarar la efectiva formación de un ligamento fibrotico inter-metatarsiano entre el primero y segundo MTT y cuando se formaría esa estructura. Además, un estudio RNM/TAC podría demostrar si los hilos de polietileno, al pasar dentro los túneles óseos del I y II MTT, producen reabsorción de hueso como se ha demostrado en algún estudio de fijación femoral del ligamento cruzado anterior con botones corticales a suspensión.

Definitivamente consideramos importante, que deben de realizarse más estudios clínicos y de imagen para validar una técnica quirúrgica completamente innovadora.

IX - REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

IX – REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Michaud TC. Foot Orthoses and Other Forms of Conservative Foot Care. Williams and Wilkins, Baltimore. 1993; 93-105.
2. Kirby KA. Biomechanics of the normal and abnormal foot. Journal of the American Podiatric Medical Association: January 2000, 90 (1):30-34.
3. Sarrafian SK. Anatomy of the Foot and Ankle: Descriptive, Topographic, Functional. Lippincott Williams & Wilkins, Philadelphia. 1983.
4. Dhanendran M, Hutton WC, Klenerman L, Witemeyer S, Ansell BM. Foot function in juvenile chronic arthritis. Rheumatol Rehabil. 1980 Feb;19(1):20-24.
5. Uchiyama E, Kitaoka HB, Luo ZP, Grande JP, Kura H, An KN. Pathomechanics of hallux valgus: biomechanical and immunohistochemical study. Foot Ankle Int. 1994;26:732-8.
6. ElSaid AG, Tisdell C, Donley B, Sferra J, Neth D, Davis B. First metatarsal bone: an anatomic study. Foot Ankle Int. 2006;27 :1041-8.
7. Alvarez R, Haddad RJ, Gould N, Trevino S. The simple bunion: anatomy at the metatarsophalangeal joint of the great toe. Foot Ankle. 1984;4(5):229-40.
8. Viladot A. Patología del Antepié. 4ª ed. Barcelona: Springer-Verlag Ibérica; 2001.
9. Wyss UP, McBride I, Murphy L, Cooke TD, Olney SJ. Joint reaction forces at the first MTP joint in a normal elderly population. J Biomech. 1990;23 (10): 977-84.

10. Pisani G. Hallux adductor or abductor muscle? *Foot Ankle Surg. (EFAS)*, 2007, 13(4), 165:166.
11. Tanaka Y, Takakura Y, Sugimoto K, Kumai T, Sakamoto T, Kadono K. Precise anatomic configuration changes in the first ray of the hallux valgus foot. *Foot Ankle Int.* 2000; 21(8):651-6.
12. Martínez Nova A. *Podología: Atlas de cirugía ungueal*. Madrid. Ed. Panamericana. 2006.
13. Bibbo C, Arangio G, Patel DV. The accessory extensor tendon of the first metatarsophalangeal joint. *Foot Ankle Int.* 2004; 25:387- 90.
14. Saxena A, Cassidy A. Peroneal tendon injuries: an evaluation of 49 tears in 41 patients. *J Foot Ankle Surg.* 2003;42(4):215-20.
15. Brenner E. Insertion of the tendon of the tibialis anterior muscle in feet with and without hallux valgus. *Clin Anat.* 2002; 15: 217-23.
16. Sarrafian SK, Topouzian LK. Anatomy and physiology of the extensor apparatus of the toes. *J Bone Joint Surg Am.* 1969;51(4):669-79.
17. Jahss MH. Traumatic dislocations of the first metatarsophalangeal joint. *Foot Ankle.* 1980; 1:15-21.
18. Daines SB, Rohr ES, Pace AP, Fassbind MJ, Sangeorzan BJ, Ledoux WR. Cadaveric simulation of a pes cavus foot. *Foot Ankle Int.* 2009, 30 (1) :44-50.
19. Thomas S, Barrington R. Hallux valgus. *Curr Orthopaed* 2003;17(4):299-307.
20. Nuñez-Samper Pizarroso M, Llanos Alcázar LF. Exploración clínica y complementaria. En: *Biomecánica, medicina y cirugía del pie*. 2006.

21. Ropa Moreno J. Estudio de la marcha: avances en técnica ortésica. In: Levy benasuly A.E., Cortes Barragán JM. Ortopodología y aparato locomotor. Barcelona. Ed. Masson, 2003: 438-441.
22. Morris JN, Hardman AE. Walking to health. Sports Med. 1997, 23(5): 306-32.
23. Michaud TC. Foot orthoses and other forms of conservative foot care. (Ed.) Williams & Wilkins, Baltimore. 1997.
24. Sánchez-Rodríguez R, Martínez-Nova A, Querol-Martínez E, Crespo Martínez A, Cuevas García J. Estudio comparativo del diseño de cuatro tratamientos ortopodológicos para la descarga de la segunda cabeza metatarsal. Rev Esp Podol. 2006; 17(4):146-9.
25. Self BP, Paine D. Ankle biomechanics during four landing techniques. Med Sci Sports Exerc. 2001;33(8): 1338-44.
26. Root ML, Weed JH, Orien W. Normal and abnormal function of the foot. Los Angeles, Clinical Biomechanical Corp. 1979.
27. Tanaka Y, Takakura Y, Sugimoto K, Kumai, Tanaka Y, Takakura Y, Sugimoto K, Kumai T, Sakamoto T, Kadono K. Precise anatomic configuration changes in the first ray of the hallux valgus foot. Foot Ankle Int. 2000; 21(8):651-6.
28. Rueda M. Podología. Desequilibrios del pie. Barcelona Ed. Paidotribo. 2004.
29. Maskill JD, Bohay DR, Anderson JG. First ray injuries. Foot Ankle Clin. 2006; 11(1): 143-63.

30. Coughlin MJ, Jones CP. Hallux valgus: demographics, etiology and radiographic assessment. *Foot Ankle Int.* 2007; 28(7): 759-77.
31. Mann RA, Coughlin MJ. Adult hallux valgus. In: Mann RA, Coughlin MJ. Eds. *Surgery of the Foot and Ankle.* St Louis: Mosby; 193:167-296.
32. Kenzora JE. A rationale for the surgical treatment of bunions. *Orthopedics* 1988; 11(5): 777-89.
33. Alvarez R, Haddad RJ, Gould N, Trevino S. The Simple Bunion: Anatomy at the Metatarsophalangeal Joint of the Great Toe. *Foot & Ankle International* March 1984, 4 (5) 229-240.
34. Espinosa N, Maceira E. Current Concept Review: Metatarsalgia. *Foot Ankle Int.* August 2008; 29:871-879.
35. Uchiyama E, Kitaoka HB, Luo ZP. Pathomechanics of Hallux Valgus: Biomechanical and Immunohistochemical Study *Foot & Ankle International.* 2005; 26(9).
36. Bryant AR, Tinley P, Cole JH. Plantar pressure and radiographic changes to the forefoot after the Austin bunionectomy. *J Am Podiatr Med Assoc.* 95(4): 357-65.
37. Mittal D, Raja S, Geary NPJ. The modified McBride procedure: Clinical, radiological, and pedobarographic evaluations. *J Foot Ankle Surg.* 2006; 45(4):235-9.
38. Martínez Nova A, Cuevas García JC, Sánchez Rodríguez R, Pascual Huerta J, Sánchez Barrado E. Estudio del patrón de presiones plantares en pies con hallux valgus mediante un sistema de plantillas instrumentadas. *Rev Ortop Traumatol.* 2008; 52(2): 69-74.

39. Pique-Vidal C, Sole MT, Antich J. Hallux valgus inheritance: pedigree research in 350 patients with bunion deformity. *J Foot Ankle Surg.* 2007; 46(3): 149-54.
40. Scranton PE. Principles in bunion surgery. *J Bone Joint Surg Am.* 1983; 65(7): 1026-8.
41. Kilmartin TE, Wallace WA. The aetiology of hallux valgus: a critical review of the literature. *Foot* 1993; 3(4): 157-167.
42. Myerson M.: *Foot and ankle disorders, hallux valgus.* WB Sanders Co. Philadelphia, 1999, pp. 213-289.
43. Thomas S, Barrington R. Hallux valgus. *Curr Othopaed.* 2003; 17(4): 299-307.
44. Coughlin MJ, Roger A, Award M. Juvenile hallux valgus: etiology and treatment. *Foot Ankle Int.* 1995; 16(11): 682-97.
45. Coughlin MJ. Hallux valgus in men: effect of the distal metatarsal articular angle on hallux valgus correction. *Foot Ankle Int.* 1997; 18(8): 463-70.
46. Clapham JC. Observations on hallux valgus; based on a controlled series. *J Bone Joint Surg Br.* 1951; 33-B(3): 376-91.
47. Benvenuti F, Ferrucci L, Guralnik JM, Gangemi S, Baroni A. Foot pain and disability in older persons: an epidemiologic survey. *J Am Geriatr Soc.* 1995; 43(5): 479-84.
48. Crawford VL, Ashford RL, McPeake B, Stout RW. Conservative podiatric medicine and disability in elderly people. *J Am Podiatr Med Assoc.* 1995; 85(5): 255-9.

49. Biz C., Favero L., Stecco C., Aldegheri R. Hypermobility of the first ray in ballet dancer muscles. *Ligaments and Tendons Journal* 2012; 2 (4): 282-28.
50. Lida M, Basmajian JV. Electromyography of hallux valgus. *Clin Orthop Relat Res.* 1974, 101: 220-4.
51. Hardy RH, Clapham JC. Observations on hallux valgus; based on a controlled series. *J Bone Joint Surg Br.* 33-B. 1951, (3): 376-91.
52. De Prado M, Ripoll PL, Golanó P. *Cirugía Percutánea del Pie.* Barcelona, Masson. 2003.
53. De Prado M, Ripoll PL, Vaquero J, Golanó P. Tratamiento quirúrgico percutáneo del hallux valgus mediante osteotomías múltiples. *Rev Ortop Traumatol.* 2003; 47(6): 406-416.
54. Klaue K, Hansen ST, Masquelet AC. Clinical, quantitative assessment of first tarsometatarsal mobility in the sagittal plane and its relation to hallux valgus deformity. *Foot Ankle Int.* 1994; 15(1): 9-13.
55. Abdel Moneim WM, Abdel Hady RH, Abdel Maaboud RM, Fathy HM, Hamed AM. Identification of sex depending on radiological examination of foot and patella. *Am J Forensic Med Pathol.* 2008; 29(2): 136-40.
56. Creer WS. The feet of the industrial worker: clinical aspect; relation to footwear. *Lancet* 1938; 2: 1482-3.
57. Nikolaev IA, Najdenov S. Occupational osteo-arthropathies and classical dance. *Arch Mal Prof* 1970; 31(1): 39-42.
58. Bejjani FJ. Occupational biomechanics of athletes and dancers: a comparative approach. *Clin Podiatr Med Surg.* 1987; 4(3): 671-711.

59. Bryant AR, Singer KP. Review of radiographic measurements following Austin bunionectomy. *J Am Podiatr Med Assoc.* 1998; 88(6): 290-4.
60. Shine IB. Incidence of Hallux Valgus in a Partially Shoe-Wearing Community. *Br Med J.* 1965; 1(5451): 1648-50.
61. Villas C, Del Rio J, Valenti A, Alfonso M. Symptomatic medial exostosis of the great toe distal phalanx: a complication due to overcorrection following akin osteotomy for hallux valgus repair. *J Foot Ankle Surg.* 2009; 48(1): 47-51.
62. Palomo Toucedo IC, Reina Bueno M, Olivera Peña I, Munuera Martínez P, Domínguez Maldonado G. El Hallux Abductus Valgus en mujeres: factores relacionados con su desarrollo. En: *Avances en Podología. Consejo General de Colegios de Podólogos. Cádiz, 2006: 57-87.*
63. Pressman MM, Stano GW, Krantz MK, Novicki DC. Correction of hallux valgus with positionally increased intermetatarsal angle. *J Am Podiatr Med Assoc.* 1986; 76(11): 611-6.
64. Ruch JA, Merrill TJ, Banks AS. First ray hallux abducto valgus and related deformities. *Comprehensive textbook of foot surgery.* E. D. McGlamry. Baltimore, Williams&Wilkins. 1987.
65. Sánchez-Rodríguez R, Martínez-Nova A, Querol-Martínez E, Crespo Martínez A, Cuevas García J. Estudio comparativo del diseño de cuatro tratamientos ortopodológicos para la descarga de la segunda cabeza metatarsal. *Rev Esp Podol.* 2006; 17(4):146-9.
66. Garrow AP, Papageorgiou A, Silman AJ, Thomas E, Jayson MI, Macfarlane GJ. The grading of hallux valgus. The Manchester Scale. *J Am Podiatr Med Assoc.* 2001 Feb; 91(2):74-8.

67. Aster AS, Forster MC, Rajan RA, Patel KJ, Asirvatham R, Gillies C. Radiographic pre-operative assessment in hallux valgus: is it reliable? *Foot* 2004; 14(3): 129-132.
68. Van Vo H, Safiedine AM, Short T, Merrill T. A Comparison of 4 Common Methods of Hand-Measured Techniques with a Computerized Technique to Measure the First Intermetatarsal Angle. *J Foot Ankle Surg.* 2004; 43(6).
69. Nuñez-Samper Pizarroso M, Llanos Alcázar LF, Villadot Pericé R. *Técnicas quirúrgicas en cirugía del pie.* Editorial Masson, Barcelona, 2003.
70. Padrón M, Sánchez Lacalle E. *Diagnóstico de Imagen. Biomecánica, medicina y cirugía del pie, 2ª Ed.* 2007.
71. Torkki M, Malmivaara A, Seitsalo S, Hoikka V, Laippala P, Paavolainen P. Hallux valgus: immediate operation versus 1 year of waiting with or without orthoses: a randomized controlled trial of 209 patients. *Acta Orthop Scand.* 2003; 74(2): 209-15.
72. Joseph TN, Mroczek KJ. Decision making in the treatment of hallux valgus. *Bull NYU Hosp Jt Dis.* 2007; 65(1): 19-23.
73. Loretz L, DeValentine S, Yamaguchi K The first metatarsal bicorrectional head osteotomy (distal "L"/Reverdin-Laird procedure) for correction of hallux abducto valgus: a retrospective study. *J Foot Ankle Surg.* 1993;32(6):554-68.
74. Gallentine J, DeOrio, J DeOrio M. Bunion surgery using locking-plate fixation of proximal metatarsal Chevron Dosteotomie. *Foot Ankle Int.* 2007; 28:361-368.

75. Hattrup SJ, Johnson KA. Chevron Osteotomy: Analysis of Factors in Patients' Dissatisfaction. *Foot & Ankle International*. May 1985 vol. 5 no. 6 327-332.
76. Quinn M, DiStazio J, Kruljac S. Herbert screw fixation of the Austin bunionectomy. *J Foot Surg*. 1987; 26:516-519.
77. Austin DW, Leventen EO. A new osteotomy for hallux valgus. *Clin Orthop*. 1981; 157:25-30.
78. Leutloff D, Möckel G, Perka C. Pseudarthrosis after distal metatarsal osteotomy in hallux valgus surgery. *Foot and Ankle Surgery*. 2002; 8(2): 137-140.
79. Lee KB, Cho NY, Park HW, Seon JK, Lee SH. A comparison of proximal and distal Chevron osteotomy, both with lateral soft-tissue release, for moderate to severe hallux valgus in patients undergoing simultaneous bilateral correction. *Bone Joint J February 2015; 97-B (2) 202-207*.
80. Cohen M, Roman A, Ayres M, Freedline A. The crescentic shelf osteotomy. *J Foot Ankle Surg*. 1993 Mar-Apr;32(2):204-26.
81. Trnka HJ, Hofstaetter SG, Easley ME. Intermediate-Term Results of the Ludloff Osteotomy in One Hundred and Eleven Feet. *J Bone Joint Surg Am*, 2009; 91 (Supplement 2 Part 1): 156 -168.
82. Hattrup S, Johnson K. Chevron Osteotomy: analysis of factors in patient's dissatisfaction. *Foot Ankle*. 1985;5: 327-332.
83. Meier P, Kenzora J. The risk and benefits of distal first metatarsal osteotomy. *Foot Anle*. 1985; 7:7-17.

84. Tmka H, Parks B, Ivanic G, et al. Six first metatarsal shaft osteotomies: mechanical and immobilization comparison. *Clin Orthop*. 2000; 382:256-265
85. Ferrari J, Higgins JP, Prior TD. Interventions for treating hallux valgus (abductovalgus) and bunions. *Cochrane Database Syst Rev* 2004:CD000964.
86. Silver D. The operative treatment of hallux valgus. *J Bone Joint Surg*. 1923; 5(B): 225-32.
87. Fuld JE. Transplantation of the abductor hallucis tendon in the surgical treatment of hallux valgus. *Surg Gynecol Obstet* 1916; 23; 626-628.
88. McBride ED. A conservative operation for bunions. *J Bone Joint Surg*. October 1928; 10(4): 735-739.
89. Coughlin MJ. Hallux valgus. *J Bone Joint Surg Am*. 1990; 78(6): 932-66.
90. Castellano BD, Southerland JT. Traditional procedures for the repair of hallux abducto valgus. *McGlamry's comprehensive textbook of foot and ankle surgery*, Lippincott Williams & Wilkins. 2001; 623-637.
91. Battaglia A, Campi A. Comparison of Chevron-Akin osteotomy and distal soft tissue reconstruction-Akin osteotomy for correction of mild hallux valgus. *Foot Ankle Surg* 2000; 6(3): 155-163.
92. Cohen MM. The oblique proximal phalangeal osteotomy in the correction of hallux valgus. *J Foot Ankle Surg*. 2003, 42(5): 282-9.
93. Sammarco VJ, Acevedo J. Stability and fixation techniques in first metatarsal osteotomies. *Foot Ankle Clin*; 2001;6(3):409- 432.

94. Stokes IA, Hutton WC, Stott JR. Forces acting on the metatarsals during normal walking. *J Anat.* 1979; 129(3):579-590.
95. Austin DW, Leventen EO. A new osteotomy for hallux valgus: a horizontally directed "V" displacement osteotomy of the metatarsal head for hallux valgus and primus varus. *Clin Orthop* 1981; (157):25-30.
96. Easley ME, Kiebzak GM, Davis WH. Prospective, randomized comparison of proximal crescentic and proximal chevron osteotomies for correction of hallux valgus deformity. *Foot Ankle Int*; 1996; 17(6):307-316.
97. Dykyj D. Pathologic anatomy of hallux abducto valgus. *Clin Podiatr Med Surg.* 1989; 6(1):15.
98. Isham SA. The Reverdin-Isham procedure for the correction of hallux abducto valgus. A distal metatarsal osteotomy procedure. *Clin Podiatr Med Surg.* 1991, 8(1): 81-94.
99. Ho M, Garau G, Walley G. Minimally invasive dynamic hip screw for fixation of hip fractures. *Int Orthop.* 2009; 33:555-60.
100. Maffulli N, Oliva F, Coppola C. Minimally invasive hallux valgus correction: a technical note and a feasibility study. *J Surg Orthop Adv.* 2005; 14:193-8.
101. Oliva F, Longo UG, Maffulli N. Minimally invasive hallux valgus correction. *Orthop Clin North Am.* 2009; 40:525-530.
102. Roukis TS. Percutaneous and minimum incision metatarsal osteotomies: a systematic review. *J Foot Ankle Surg.* 2009; 48:380-7.
103. Bösch P, Markowski H, Rannicher V. Technik und erste Ergebnisse der Subkutanen distalen Metatarsale-I. Osteotomie. *Orthopaedische Praxis.* 1990; 26: 51-56.

104. Magnan B, Montanari M, Bragantini A, Fieschi S, Bartolozzi P. Trattamento chirurgico dell'alluce valgo con Técnica "mini-invasiva" percutanea: "Progresi in Medicina e Chirurgia del Piede". L'alluce valgo, Ed. Aulo Gaggi, Bologna. 1997; 91-104.
105. Roukis TS, Schade VL. Minimum-incision-metatarsal osteotomies. Clin Podiatr Med Surg. 2008; 25:587-607.
106. Lam KL, Kong SW, Chow YH. Percutaneous Chevron Osteotomy in Treating Hallux Valgus: Hong Kong Experience and Mid-Term Results. Journal of orthopaedics, Trauma and Rehabilitation. June 2015; 19 (1): 25-30.
107. Radwan YA, Mansour AM. Percutaneous distal metatarsal osteotomy versus distal chevron osteotomy for correction of mild-to-moderate hallux valgus deformity. Arch Orthop Trauma Surg. 2012;132(11):1539-46.
108. Markowski HP, Bosch P, Rannicher V. Surgical technique and preliminary results of percutaneous neck osteotomy of the first metatarsal for hallux valgus. Foot. 1991; 2:93-98.
109. Giannini S, Ceccarelli F, Faldini C, Vannini F. Minimally invasive distal metatarsal osteotomy for surgical treatment of Hallux Valgus. J Bone Joint Surg Br.2004; 86-B(SUPP_III): 328-d.
110. Magnan B, Pezze L, Rossi N, Bartolozzi P. Percutaneous distal metatarsal osteotomy for correction of hallux valgus. J Bone Joint Surg Am. 2005;87(6): 1191-9.
111. Von Campe A, Vienne P. Revel-Osteotomy: A new minimal invasive technique for treatment of moderate to severe Hallux Valgus. J Bone Joint Surg Br 2006;88-B(SUPP_I): 19-a.

112. Ramírez Andrés L, Nieto García E. Instrumental en técnicas de cirugía de mínima incisión. *Rev Esp Podol.* 2004; 15(5): 244-9.
113. Najibi S, Banglmeier R, Matta JM, Tannast M. Material properties of common suture materials in orthopaedic surgery. *Iowa Orthop J.* 2010; 30: 84–88.
114. Silva JM, Chunfeng Zhao BS, An KN, Zobitz ME, Amadio PC. Gliding Resistance and Strength of a Braided Polyester/Monofilament Polyethylene Composite (FiberWire®) Suture in Human Flexor Digitorum Profundus Tendon Repair: An In-Vitro Biomechanical Study. *J Hand Surg Am.* 2009; 34(1): 87–92.
115. Holmes GB. Correction of Hallux Valgus Deformity Using the Mini TightRope Device. *Techniques in Foot & Ankle Surgery*, 2008;7:9.
116. Holmes GB: Correction of Hallux Valgus Without Osteotomy Allows for Faster Recovery. *Orthopedics Today*, 2011; 31(2):5-9.
117. Holmes GB, Hsu AR. Correction of intermetatarsal angle in hallux valgus using small suture button device. *Foot Ankle Int.* 2013 ;34(4):543-9.
118. Ponnappula P, Wittock R. Application of an Interosseous Suture and Button Device for Hallux Valgus Correction: A Review of Uutcome in a small series. *The journal of Foot and Ankle Surgery.* 2010; 49(159)
119. Cano-Martínez JA, Picazo-Marín F, Bento-Gerard J, Nicolás-Serrano G. Treatment of moderate Hallux valgus with a mini TightRope system: A modified technique. *Rev Ortop Traumatol.* 2011, 55 (5).
120. Kayiaros S, Blankenhorn BD, Dehaven J, Van Lancker H, Sardella P, Pascalides JT, DiGiovanni CW. Correction of Metatarsus Primus Varus Associated with Hallux Valgus Deformity Using the Arthrex Mini TightRope A Report of 44 Cases. *Foot & Ankle Specialist.* 2011; (4) 4.

121. West BC. Mini TightRope System for Hallux Abducto Valgus Deformity A Discussion and Case Report. *Journal of the American Podiatric Medical Association*. August 2010; 100 (4)
122. Trnka HJ, Krenn S, Schuh R. Minimally invasive hallux valgus surgery: a critical review of the evidence. *Int Orthop*. 2013;37(9):1731-5.
123. McCrea JD, Lichty TK. The first metatarsocuneiform articulation and its relationship to metatarsus primus varus. *J Am Podiatr Assoc*. 1979; 69:700.
124. Steel MW, Johnson KA, De Witz MA. Radiographic measurements of the normal foot. *Foot Ankle*. 1980; 1:151.
125. Duke H, Newman LM, Bruskoff BL. Hallux abductus interphalangeus and its relationship to hallux valgus surgery. *J Am Podiatr Med Assoc*. 1982; 72:625.
126. Niki H, H, Inokuchi S, Ozeki S, Kinoshita M, Kura H, Tanaka Y, Noguchi M, Nomura S, Hatori M, Tatsunami S. Development and reliability of a standard rating system for outcome measurement of foot and ankle disorders I: development of standard rating system. *J Orthop Sci*. 2005 Sep; 10(5): 457–465.
127. Kitaoka HB, Alexander IJ, Adelaar RS, Nunley JA, Myerson MS, Sanders M. Clinical rating systems for the ankle-hindfoot, midfoot, hallux, and lesser toes. *Foot Ankle Int*. 1994; 15(7):349-53.
128. Romero J, Magro de la Plaza M, Muñoz A, Castellote J, Amate J. Índices y escalas utilizados en ciertas tecnologías de la prestación ortoprotésica. *Agencia de Evaluación de Tecnologías Sanitarias Instituto de Salud Carlos III - Ministerio de Sanidad y Consumo* 2002; 141-144.
129. Kitaoka HB, Alexander IJ, Adelaar RS, Nunley JA, Myerson MS, Sanders M. Clinical rating systems for the ankle-hindfoot, midfoot, hallux, and lesser toes. *Foot Ankle Int*. 1994; 15:349-53.

130. Hawke F, Burns J, Radford JA, du Toit V. Custom-made foot orthoses for the treatment of foot pain. *Cochrane Database Syst Rev.* 2008;3:CD006801.
131. Roukis TS. Central metatarsal head-neck osteotomies: indications and operative techniques. *Clin Podiatr Med Surg.* 2005; 22:197-222.
132. Magnan B, Pezze L, Rossi N, Bartolozzi P. Percutaneous distal metatarsal osteotomy for correction of hallux valgus. *J Bone Joint Surg.* 2005;87(6): 1191.
133. Kadakia AR, Smerek JP, Myerson MS. Radiographic results after percutaneous distal metatarsal osteotomy for correction of hallux valgus deformity. *Foot Ankle Int.* 2007; 28:355–36 20.
134. Devos Bevernage B, Leemrijse T. Hallux varus: classification and treatment. *Foot Ankle Clin* 2009; 14:51–65 22.
135. Giannini S, Ceccarelli F, Bevoni R, Vannini F. Hallux valgus surgery: the minimally invasive bunion correction (SERI). *Tech Foot Ankle Surg* 2003; 2:11–20 23.
136. Magnan B, Pezzè L, Rossi N, Bartolozzi P. Percutaneous distal metatarsal osteotomy for correction of hallux valgus. *J Bone Joint Surg Am* 2005; 86:1191–1199.
137. Kuhn MA, Lippert FG 3rd, Phipps MJ, Williams C. Blood flow to the metatarsal head after chevron bunionectomy. *Foot Ankle Int.* 2005; 26:526–529.
138. Bauer T, de Lavigne C, Biau D, de Prado M, Isham S, Laffenêtre O. Percutaneous Hallux Valgus Surgery: A Prospective Multicenter Study of 189 Cases. *Orthopedic Clinics of North America.* October 2009; (40)4, 505.

139. Bauer T, Biau D, Lortat-Jacob A, Hardy P. Percutaneous hallux valgus correction using the Reverdin-Isham osteotomy. *Orthopaedics & Traumatology: Surgery & Research* (2010) 96, 407–416.
140. Mathavan G, Gaskell L, Pillai A, Thinesh V. Minimal Invasive Hallux Valgus Surgery: Myth or Magic. A Systematic Review. *Orthop Rheumatol*. August 2015; 1 (1).
141. Smith KE, Dupont KM, Safranski DL, Blair J, Buratti D, Zeetser V, Callahan R, Lin J, Gall K. Use of 3D printed bone plate in novel technique to surgically correct hallux valgus deformities. *Tech Orthop*. 2016 Sep; 31(3):181-189.
142. Faber FW, Kleinrensink GJ, Mulder PG, Verhaar JA. Mobility of the first tarsometatarsal joint in hallux valgus patients: a radiographic analysis. *Foot Ankle Int*. 2001;22:965–9.
143. Geng X, Huang D, Wang X, Zhang C, Huang J, Ma X, Chen L, Wang C, Yang J, Wang H. Loading pattern of postoperative hallux valgus feet with and without transfer metatarsalgia: a case control study. *J Orthop Surg Res*. 2017; 12: 120.
144. Fleischer AE, Yorath MC, Joseph RM, Baron A, Nordquist T, Moore BJ, Robinson RC, Reilly CH. Impact of podiatry resident experience level in hallux valgus surgery on postoperative outcomes. *J Surg Res*. 2014 Jun 15; 189(2):262-7.
145. Maestro M, Besse JL, Ragusa M, Berthonnaud E. Forefoot morphotype study and planning method for forefoot osteotomy. *Foot Ankle Clin*. 2003 Dec; 8(4):695-710.
146. Cancilleri F, Marinozzi A, Martinelli N, Ippolito M, Spiezia F, Ronconi P, Denaro V. Comparison of plantar pressure, clinical, and radiographic changes of the forefoot after biplanar Austin osteotomy and triplanar Boc

osteotomy in patients with mild hallux valgus. *Foot Ankle Int.* 2008 Aug; 29(8):817-24.

147. Waldecker U. Metatarsalgia in hallux valgus deformity: a pedographic analysis. *J Foot Ankle Surg.* 2002 Sep-Oct; 41(5):300-8.

