



Universitat d'Alacant
Universidad de Alicante

Influencia de la posición de los sesamoideos sobre el
resultado funcional de la osteotomía del primer
metatarsiano para *hallux valgus*

Eva María Veracruz Gálvez



Tesis **Doctorales**

UNIVERSIDAD de ALICANTE

Unitat de Digitalització UA
Unidad de Digitalización UA



Universitat d'Alacant
Universidad de Alicante

**Influencia de la posición de los sesamoideos sobre el
resultado funcional de la osteotomía del primer
metatarsiano para *hallux valgus***

Eva María Veracruz Gálvez

Universitat d'Alacant
Universidad de Alicante

TESIS DOCTORAL

Alicante, junio 2021



Universitat d'Alacant
Universidad de Alicante

Facultad de Ciencias de la Salud

**INFLUENCIA DE LA POSICIÓN DE LOS SESAMOIDEOS SOBRE EL
RESULTADO FUNCIONAL DE LA OSTEOTOMÍA DEL PRIMER
METATARSIANO PARA *HALLUX VALGUS***

Eva María Veracruz Gálvez

Programa de Doctorado en Ciencias de la Salud

Tesis presentada para aspirar al grado de
DOCTORA POR LA UNIVERSIDAD DE ALICANTE

Dirigida por:

Dr. D. Alejandro Lizaur Utrilla

Profesor Titular de Universidad, Departamento de Patología y Cirugía, Universidad Miguel Hernández; y Jefe del Servicio de Cirugía Ortopédica del Hospital General Universitario de Elda

y

Dra. Dña. María Flores Vizcaya Moreno

Profesora Titular de Universidad, Departamento de Enfermería, Facultad de Ciencias de la Salud, Universidad de Alicante

Alicante, junio 2021

D. Alejandro Lizaur Utrilla, Profesor Titular de Universidad de Traumatología y Ortopedia de la Universidad Miguel Hernández,

y

Dña. María Flores Vizcaya Moreno, Profesora Titular de Universidad de Enfermería de la Universidad de Alicante,

CERTIFICAN:

Que **Dña. Eva María Veracruz Gálvez** ha realizado bajo nuestra dirección la Tesis Doctoral titulada "**Influencia de la posición de los sesamoideos sobre el resultado funcional de la osteotomía del primer metatarsiano para *hallux valgus***".

Este trabajo de investigación se presenta para optar el grado de Doctora por la Universidad de Alicante en el marco de la línea de investigación de Biopatología del Programa de Doctorado en Ciencias de la Salud (E013).

Hallándose concluida y reuniendo las condiciones de originalidad y rigor científicos requeridos, autorizamos su presentación con el fin de que pueda ser leída y defendida ante la Comisión Evaluadora correspondiente.

Para que así conste, expiden y firman el presente certificado, en Alicante a 30 de abril de 2021.

DE LIZAUR
DE UTRILLA
ALEJANDRO -
02490512A

Firmado digitalmente
por DE LIZAUR DE
UTRILLA ALEJANDRO
- 02490512A
Fecha: 2021.05.04
14:08:06 +02'00'

Alejandro Lizaur Utrilla

MARIA
FLORES|
VIZCAYA|
MORENO

Firmado digitalmente por
MARIA FLORES|
VIZCAYA|
MORENO
Fecha:
2021.05.04
10:51:26 +02'00'

M. Flores Vizcaya Moreno

A mis padres. Esta tesis es para vosotros. A ti Papá, *in memoriam, in mente, in cordis*. A ti Mamá, *in vitam, in cordis*, por tu constancia y fortaleza, por la ayuda en los momentos en los que solo una madre como tú sabe lo que hay que hacer. Gracias.

A mi hermano Martín, cuñada Maite y sobrina Maite. Gracias.

A Tony, por estar a mi lado en esta travesía de la vida. Gracias.

Al Prof. Alejandro Lizaur Utrilla por su tiempo, profesionalidad, dedicación y enseñanza. Gracias por la confianza depositada para la elaboración de esta tesis.

A la Dra. María Flores Vizcaya Moreno, por el gran interés mostrado hacia este proyecto y orientarme en los cursos del doctorado.

Al Prof. Fernando López Prats, mi maestro, por su enseñanza incondicional en mi formación como especialista y como persona.

Al Dr. Francisco Javier Ricón Recarey, por su mejora constante y capacidad de trabajo. Gracias por integrar un gran servicio.

A los doctores José Eduardo Salinas Gilabert, mi compañero, por su desinteresado apoyo y paciencia en nuestra unida trayectoria profesional, y al Dr. Vicente Mira Viudes por su esfuerzo diario en mejorar nuestra organización personal.

Al Dr. Monserrate Hernández Lozano, por el vínculo personal y profesional que nos une.

A Jôse, Ana y Bea, y, a las compañeras de consultas, Susi, Mari Carmen y Encarna, por facilitar la recogida de pacientes para la elaboración de esta tesis.

ÍNDICE GENERAL

RESUMEN	I
ABSTRACT	III
ABREVIATURAS Y SIGLAS	V
ÍNDICE DE FIGURAS	VII
ÍNDICE DE TABLAS	XIII
I. INTRODUCCIÓN	1
II. MARCO TEÓRICO	3
2.1. ANATOMÍA	3
2.1.1. MORFOLOGÍA GENERAL DEL PIE	3
2.1.2. MORFOLOGÍA DEL PRIMER RADIO DEL PIE	4
2.1.3. BIOMECÁNICA DEL PIE	8
2.2. HALLUX VALGUS	15
2.2.1. EPIDEMIOLOGÍA Y FACTORES PREDISPONENTES	15
2.2.2. ETIOPATOGENIA	17
2.2.3. CLÍNICA Y CLASIFICACIÓN	26
2.3. CIRUGÍA DEL HALLUX VALGUS	31
2.3.1. INDICACIONES PARA LA CIRUGÍA	31
2.3.2. PROCEDIMIENTOS MÍNIMAMENTE INVASIVOS	33
2.3.3. TÉCNICAS QUIRÚRGICAS ACTUALES	33
2.4. MÉTODOS DE VALORACIÓN	51
2.4.1. EVALUACIÓN CLÍNICA	51
2.4.1. EVALUACIÓN RADIOLÓGICA	53
III. JUSTIFICACIÓN, OBJETIVOS E HIPÓTESIS	61
3.1. JUSTIFICACIÓN	61
3.2. OBJETIVOS	63
3.2.1. OBJETIVO PRINCIPAL	63
3.2.2. OBJETIVOS SECUNDARIOS	63
3.3. HIPÓTESIS	63

IV. MATERIAL Y MÉTODOS	65
4.1. DISEÑO Y ÉTICA	65
4.2. POBLACIÓN Y SELECCIÓN DE PACIENTES.....	65
4.2.1. CRITERIOS DE INCLUSIÓN	65
4.2.2. CRITERIOS DE EXCLUSIÓN.....	65
4.2.3. GRUPOS DE ESTUDIO.....	66
4.3. PROCEDIMIENTO QUIRÚRGICO.....	66
4.4. SEGUIMIENTO Y EVALUACIÓN.....	70
4.5. VARIABLES DE ESTUDIO	70
4.5.1. VARIABLE PRINCIPAL	70
4.5.2. VARIABLES SECUNDARIAS.....	70
4.6. ANÁLISIS ESTADÍSTICO	73
4.6.1. TAMAÑO MUESTRAL	73
4.6.2. ANÁLISIS INFERENCIAL	73
V. RESULTADOS	75
5.1. CARACTERÍSTICAS DE LOS DOS GRUPOS	75
5.2. RESULTADOS FUNCIONALES	75
5.3. SATISFACCIÓN DEL PACIENTE.....	77
5.4. RESULTADOS RADIOLÓGICOS	78
5.5. ASOCIACIONES ENTRE VARIABLES.....	79
VI. DISCUSIÓN	81
VII. CONCLUSIONES.....	91
VIII. BIBLIOGRAFÍA	93

RESUMEN

Antecedentes: La osteotomía metatarsal en *scarf* es una de las técnicas quirúrgicas más utilizadas con resultados satisfactorios para el tratamiento de la deformidad del *hallux valgus*. Actualmente, la asociación entre la posición de los sesamoideos tras la osteotomía en *scarf* y el resultado funcional ha sido poco estudiada, así como la necesidad de realizar procedimientos adicionales sobre las partes blandas para corregir la posición de los sesamoideos.

Objetivo: El objetivo principal de este estudio fue comparar el resultado funcional entre los pacientes con o sin adecuada reducción de los sesamoideos tras ser intervenidos con la osteotomía en *scarf* durante 1 año de seguimiento y, secundariamente la influencia de la posición de los sesamoideos en la calidad de vida del paciente.

Material y Métodos: Estudio prospectivo de cohortes longitudinal de 48 pacientes que presentaron sesamoideos corregidos versus 34 pacientes que no los presentaron. El resultado funcional fue evaluado mediante la escala AOFAS para el antepié y dedos (*AOFAS Hallux MTF-IF*), la calidad de vida por el cuestionario SEFAS (*Self-Reported Foot and Ankle*), el dolor con la Escala Visual Analógica (EVA) y el grado de satisfacción del paciente por la escala Likert.

Resultados: Ambos grupos obtuvieron una mejora significativa en las variables de resultado clínico. El grupo con sesamoideos corregidos presentó una puntuación media significativamente mejor en las escalas SEFAS y EVA con una tasa de satisfacción con el resultado de la cirugía más elevada. Se observó que la posición final de los sesamoideos y el dolor residual influyeron significativamente sobre la satisfacción del paciente.

Conclusiones: La osteotomía en *scarf* corrige la posición del primer metatarsiano, pero no así la de los sesamoideos. La incorrecta posición de estos últimos tiene una influencia negativa sobre el dolor, calidad de vida y satisfacción del paciente.

Palabras clave: osteotomía *scarf*, AOFAS, SEFAS, posición sesamoideos, resultado funcional, satisfacción, liberación partes blandas.

ABSTRACT

Background: The metatarsal *scarf* osteotomy is one of the most widely used surgical techniques with satisfactory results for the treatment of *hallux valgus* deformity. Currently, the association between the position of the sesamoids after *scarf* osteotomy and the functional result has been little studied, as well as the need for additional procedures on the soft tissues to correct the position of the sesamoids.

Objective: Compare the functional result between patients with/without adequate reduction of the sesamoids after being operated with *scarf* osteotomy during one year of follow-up and. Secondly, the influence of the position of the sesamoids on the quality of life of the patient.

Material and Methods: Prospective longitudinal cohort study of 48 patients who had corrected sesamoids versus 34 patients who did not. The functional result was evaluated using the AOFAS scale for the forefoot and fingers (AOFAS *Hallux* MTF-IF), the quality of life by the SEFAS questionnaire (Self-Reported Foot and Ankle), pain with the Visual Analogue Scale (VAS) and the degree of patient satisfaction with the Likert scale.

Results: Both groups obtained a significant improvement in the clinical outcome variables. The group with corrected sesamoids had a significantly better mean score on the SEFAS and VAS with a higher satisfaction rate than the surgery result. The final position of the sesamoids and residual pain were found to have a significant influence on patient satisfaction.

Conclusions: *Scarf* osteotomy corrects the first metatarsal position, but insufficiently corrects the position of the sesamoids, having a negative influence on pain, quality of life and patient satisfaction.

Key words: *Scarf* osteotomy, AOFAS, SEFAS, sesamoid position, functional result, satisfaction, soft tissue release.

ABREVIATURAS Y SIGLAS

AAD:	ángulo articular distal
AE:	astragaloescafoidea
AHV:	ángulo <i>hallux valgus</i>
AIF:	ángulo interfalángico
AIM:	ángulo intermetatarsiano
AOFAS:	<i>American Orthopaedic Foot and Ankle Society</i>
CC:	calcaneocuboidea
CEIC:	Comité Ético de Investigación Clínica
CMI:	cambio mínimamente importante
DASA:	ángulo articular distal
DCMI:	diferencia clínica mínimamente importante
DE:	desviación estándar
DMAA:	ángulo articular metatarsiano distal
EVA:	escala visual analógica
g:	gramos
H₀:	Hipótesis nula
H₁:	Hipótesis alternativa
HV:	<i>hallux valgus</i>
IC:	intervalo de confianza
IF:	interfalángica
IMC:	índice de masa corporal
MAA:	ángulo metatarso aducto
mm:	milímetros
MTF:	metatarsofalángica
PASA:	ángulo articular proximal
PPAA:	ángulo articular falange proximal
RNM:	resonancia magnética nuclear
SEFAS:	<i>Self-Reported Foot and Ankle</i>
SRA:	ángulo de rotación de los sesamoideos
UCMA:	Unidad de Cirugía Mayor Ambulatoria

ÍNDICE DE FIGURAS

Fig. 1. Estructura ósea del pie y sus regiones anatómicas (modificado de Sobotta, 1994)	4
Fig. 2. Corte sagital de la anatomía del primer radio (tomado de Sobotta, 1994)	4
Fig. 3. Vista lateral (L) estabilizadores articulación MTF del <i>hallux</i> (elaboración propia)	6
Fig. 4. Vista anteroposterior (AP) cabeza del primer metatarsiano y el complejo sesamoideo (elaboración propia)	6
Fig. 5. Configuración anatómica de la musculatura intrínseca plantar del <i>hallux</i> (elaboración propia)	7
Fig. 6. Corte transversal del <i>hallux</i> a nivel del complejo sesamoideo observando la relación con la musculatura y la cabeza del primer metatarsiano (elaboración propia)	7
Fig. 7. Corte coronal de la articulación metatarsofalangicasesamoidea del <i>hallux</i> y de las cabezas metatarsianas (tomado de Bonnel y Teissier, 2013)	8
Fig. 8. Ejes de movimiento del pie: rotación sobre el eje X son flexión dorsal y flexión plantar; rotación sobre el eje Y son abducción y aducción; rotación sobre el eje Z son inversión y eversión (elaboración propia)	9
Fig. 9. Vista dorsal del pie mostrando la orientación y localización del eje de movimiento de la articulación cuneo metatarsiana (elaboración propia)	9
Fig. 10. Acción del peroneo lateral largo para realizar la flexión plantar de la articulación cuneo metatarsiana (elaboración propia)	9
Fig. 11. Esquema ejes de movimiento (vertical y horizontal) de la articulación MTF del <i>hallux</i> (elaboración propia)	10
Fig. 12. Esquema mecanismo <i>windlass</i> . En la flexión dorsal de la articulación MTF se pone en tensión la fascia plantar, lo que eleva pasivamente el arco longitudinal interno y el complejo sesamoideo se desplaza distalmente (elaboración propia)	11
Fig. 14. Estabilidad apoyo posterior bóveda plantar (tomado de Viladot, 2003)	12

Fig. 13. Comparación bóveda plantar (tomado de Viladot, 2003).....	12
Fig. 15. (a) Fórmula metatarsal; (b) fórmula digital; (c) apoyo cabeza metatarsianos plano horizontal (tomado de Viladot, 2003).....	13
Fig. 16. Principales arcos longitudinales y transverso del pie (elaboración propia).....	13
Fig. 17. Esquema de la distribución del peso del cuerpo en el pie (elaboración propia).14	
Fig. 18. (A) Relación normal de los sesamoideos con la cabeza del primer metatarsiano y equilibrio de los tendones, intrínsecos y extrínsecos, alrededor de la primera articulación MTF. (B) Mecanismo de deformidad del HV y el desequilibrio de los elementos estabilizadores de la primera articulación MTF (elaboración propia).....	18
Fig. 19. Deformidad HV. Efecto “cuerda de arco” del tendón extensor largo del <i>hallux</i> (elaboración propia).....	19
Fig. 20. Método de Klaue (Klaue et al 1994) para medir la movilidad del primer radio (tomado de Grebing y Coughlin, 2004).	21
Fig. 21. Morfología de la superficie articular proximal del primer metatarsiano: (A) recta; (B) curva; (C) oblicua (elaboración propia).....	23
Fig. 22. Métodos de medición de la longitud del primer y segundo metatarsiano con el uso de líneas transversas descritas por Morton (1935) (A) y con la técnica de arcos descrita por Hardy y Clapham (1952) (B). AE= articulación astragaloescafoidea; CC= articulación calcaneocuboidea (modificado de Grebing y Coughlin 2004)	24
Fig. 23. Escala Manchester. No deformidad (Grado 1); deformidad leve (Grado 2); deformidad moderada (Grado 3); deformidad severa (Grado 4) (modificado de Garrow et al., 2001).....	28
Fig. 24. Escala de autoselección. El paciente se centra en observar su primer dedo del pie izquierdo, en bipedestación y sin calzado y debe señalar de las figuras de la A a la E la que considere que más se parece al ángulo de su deformidad. El mismo procedimiento para el primer dedo del pie derecho, cuyas figuras correspondientes son de la F a la J (modificado de Roddy et al., 2007)	28
Fig. 25. Puntos de referencia para la medición del AHV en una fotografía digital (A) y en radiografía dorso-plantar (B). (A): las marcas a y b indican el eje visual de la falange proximal; la c representa el centro de la cabeza del primer metatarsiano; y la d el eje visual del primer metatarsiano. La X marca la intersección de los dos ejes. (B): los puntos de referencia están en la cortical medial y lateral en la zona metafisaria del primer metatarsiano y la falange proximal (tomado de Nix et al., 2012).....	28

Fig. 26. AIM y AHV en la proyección dorso-plantar del primer metatarsiano (elaboración propia)	29
Fig. 27. Esquema liberación de partes blandas distales (elaboración propia)	35
Fig. 28. Artroplastia de resección Keller-Brandes (elaboración propia)	35
Fig. 29. Esquema de prótesis de la primera articulación MTF (elaboración propia)	36
Fig. 30. Artrodesis MTF de la primera articulación. (A) Esquema de la resección. Control radiológico de una artrodesis MTF con placa (B) y con tornillos (C) (elaboración propia)	37
Fig. 31. Artrodesis cuneometatarsiana del primer radio. (A) Esquema de la resección y artrodesis (elaboración propia). (B) Control radiológico (tomado de Harrison y Walker, 2016)	39
Fig. 32. Osteotomía Akin. (A) Varización. (B) Desrotación. (C) Acortamiento (D) Control radiológico en la proyección AP y L. (Elaboración propia)	40
Fig. 33. Diferentes osteotomías proximales. (A) Cuña de cierre. (B) Crescent o media luna. (C) Chevron proximal. (Elaboración propia)	41
Fig. 34. (A) Osteotomía distal de Austin-chevron. (B) Osteotomía distal de chevron modificado. (C) Osteotomía biplanar en chevron. (Elaboración propia)	43
Fig. 35. (A) Osteotomía diafisaria de Ludloff. (B) Osteotomía diafisaria de Mau. (Elaboración propia)	44
Fig. 36. <i>Scarf</i> . Corte en forma de «Rayo de Júpiter» empleado en carpintería y en el primer metatarsiano (tomado de Barouk, 2000)	45
Fig. 37. Vascularización distal primer metatarsiano. (A) Cara dorsal. (B) Cara plantar. (C) Preservación de la vascularización dorsal y plantar de la cabeza del primer metatarsiano en relación con la osteotomía en scarf (Barouk 2000; Molloy y Widnall 2014). (Elaboración propia)	46
Fig. 38. Osteotomía en <i>scarf</i> (elaboración propia)	47
Fig. 39. Esquema de la versatilidad del corte longitudinal osteotomía en <i>scarf</i> . (A) Traslación pura. (B) Traslación y descenso. (C) Traslación y ascenso. (Elaboración propia)	47

Fig. 40. Ejemplo de osteotomía en <i>scarf</i> respecto al resto de metatarsianos (tomado de Suresh, 2007)	48
Fig. 41. Esquema de la versatilidad con los cortes transversales osteotomía en <i>scarf</i> . (A) Traslación pura. (B) Traslación y alargamiento de la longitud del primer metatarsiano. (C) Traslación y acortamiento. (Elaboración propia)	49
Fig. 42. Métodos de corrección de la orientación de la primera articulación en la osteotomía en <i>scarf</i> . (A) Rotación de los fragmentos. (B) Osteotomía en <i>scarf</i> + cuña de base medial en el fragmento dorsal. (Elaboración propia).....	49
Fig. 43. Posición de los tornillos en la osteotomía en <i>scarf</i> . (A) Visión L. (B) Visión AP. (C) Control radiológico en la proyección AP y L. (Elaboración propia)	50
Fig. 44. Complicaciones osteotomía en <i>scarf</i> . (A) Solapamiento. (B) Solapamiento con alteración en la rotación. (C) Para evitar solapamiento: rotación de los fragmentos, osteotomía en forma de Z alargada, cortes transversales con una profundidad de 2-3 mm. (Elaboración propia)	50
Fig. 45. Sistema de medición del SRA. Ángulo entre la superficie de carga (a) y línea que conecta la parte más inferior del sesamoideo medial y lateral (b). (Elaboración propia)54	
Fig. 46. Distancia protrusión del primer metatarsiano. Diferencia entre los arcos de los ejes longitudinales del primer (a) y segundo metatarsiano (b) de la intersección común de las dos líneas. (Elaboración propia)	54
Fig. 47. Diferentes métodos de medición del ángulo metatarso aducto (MAA). (A) Método de Engel. (B) Método de Sgarlato (elaboración propia).....	55
Fig. 48. (A) Sistema de localización de todos los puntos de referencia en la línea perpendicular al eje longitudinal en un punto equidistante a las corticales medial y lateral. (B) Esquema de la localización de los puntos de referencia para el primer y segundo metatarsiano (tomado de Coughlin et al 2002).....	57
Fig. 49. Sistema de medición del AIF (elaboración propia)	58
Fig. 50. Sistema de medición del DMAA (elaboración propia)	58
Fig. 51. Sistema de medición del AHV (A) y AIM (B) en la proyección dorso-plantar (elaboración propia).....	59
Fig. 52. Posición sesamoideo medial en relación con el eje longitudinal medial del primer metatarsiano. (A) Escala clasificada como grado I, II, III, IV, V, VI o VII (Hardy y Clapham,	

1951) (tomado de Hardy y Clapham, 1951). (B) Escala simplificada recomendada por el Comité de la AOFAS (Smith et al., 1984) (elaboración propia)	60
Fig. 53. (A) Abordaje longitudinal dorsal. (B) Liberación de partes blandas laterales (elaboración propia).....	67
Fig. 54. (A) Abordaje longitudinal medial. (B) Capsulotomía medial. (C) Liberación sesamoideos en la placa plantar. (D) Resección eminencia medial. (Elaboración propia)	67
Fig. 55. (A) Osteotomía diafisaria en <i>scarf</i> . (B) Desplazamiento de los fragmentos y corrección de la deformidad. (C) Fijación provisional osteotomía. (D) Vista L de fijación definitiva con tornillos. (E) Vista dorsal. (F) Resección exceso de hueso medial. (Elaboración propia)	68
Fig. 56. (A) Osteotomía de Akin. (B) Extracción cuña de la osteotomía. (C) Fijación definitiva con grapa. (D) Fijación definitiva con sutura. (Elaboración propia).....	68
Fig. 57. (A) Plicatura cápsula medial. (B) Cierre cutáneo. (C) Vendaje compresivo. (Elaboración propia)	69
Fig. 58. Zapato postoperatorio de horma invertida (Elaboración propia)	69
Fig. 59. Mediciones angulares (AHV, AIM y AAD) en una radiografía en carga AP del pie. (A) Radiografía preoperatoria. (B) Radiografía al final del seguimiento. (Elaboración propia)	72
Fig. 60. Posición sesamoideo medial en relación con el eje longitudinal medial del primer metatarsiano recomendada por el Comité de la AOFAS (Smith et al., 1984). (Elaboración propia)	72
Fig. 61. Diagrama de flujos de pacientes (elaboración propia)	75
Fig. 62. Radiografía en carga AP del pie. (A) Radiografía preoperatoria. (B) Radiografía al final del seguimiento (elaboración propia).....	79

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla I. Clasificación radiológica de HV basada en radiografía AP en carga	30
Tabla II. Clasificación radiológica triplanar del HV basada en la radiografía AP en carga de pie y axial sesamoideos	30
Tabla III. Escala AOFAS de <i>hallux</i> -MTF-IF.....	52
Tabla IV. Escala SEFAS.....	53
Tabla V. Características de los pacientes.....	75
Tabla VI. Evaluación de las variables funcionales	76
Tabla VII. Resultados AOFAS categorizados	77
Tabla VIII. Tasas de satisfacción en la evaluación final.....	77
Tabla IX. Evaluación de las mediciones radiológicas	78

Universitat d'Alacant
Universidad de Alicante

I. INTRODUCCIÓN

El *hallux valgus* (HV) es una alteración del primer dedo del pie, consistente en una deformidad debida a la desviación del metatarsiano y la primera falange. Es considerado una deformidad multiplanar (Zambelli y Baumfeld, 2020), siendo una de las deformidades crónicas progresivas del pie más común. Su prevalencia en la población es elevada; sin embargo, es difícil de estimar debido a la variabilidad en los estudios publicados. A pesar de ello, en una revisión sistemática encontraron que la prevalencia entre 18-65 años era del 23% y en mayores de 65 años del 36%, aumentando con la edad y siendo más común en mujeres (Nix et al., 2010). En España, su prevalencia es del 39% en la población adulta, y del 48% entre las mujeres (González-Martín et al., 2017). Por otro lado, el HV se ha mostrado como una patología con gran influencia negativa sobre la calidad de vida (González-Martín et al., 2017; Hogeia et al., 2017; Saro et al., 2007) tanto más cuanto mayor severidad tenga la deformidad (Menz et al., 2011).

Para la corrección del HV se han descrito más de 100 técnicas quirúrgicas (Zambelli y Baumfeld, 2020), lo que indica que el entendimiento de la deformidad multiplanar, las fuerzas deformantes generadoras de la patología, el tipo de tratamiento adecuado y sus resultados están todavía por clarificar. A pesar de esa diversidad, la osteotomía metatarsal en *scarf* es una de las más utilizadas en la actualidad, junto a la osteotomía de chevron, técnica versátil ampliamente establecida para el tratamiento quirúrgico de la deformidad multiplanar del HV. La osteotomía en *scarf* tiene la capacidad de corregir la desviación del primer metatarsiano, obteniéndose resultados satisfactorios en la mayoría de los pacientes (Law et al., 2020; Castioni et al., 2019).

Por otro lado, la habitual luxación externa de los huesos sesamoideos presente en el HV parece tener importancia. Mientras unos autores lo consideran causa favorecedora del HV (Katsui et al., 2016), otros lo consideran su consecuencia (Shibuya et al., 2019; Seng et al., 2015; Kuwano et al., 2002). Por ello, existe controversia sobre la necesidad (Chen et al., 2016; Huang et al., 2013) o no (Choi et al., 2018; Shi et al., 2016) de realizar gestos asociados de corrección de esa luxación para mejorar el resultado funcional o para disminuir el riesgo de recidiva del HV tras su tratamiento quirúrgico (Shibuya et al., 2018; Pentikainen et al., 2014; Okuda et al., 2009).

Sin embargo, la asociación entre la posición de los sesamoideos tras la osteotomía en *scarf* y el resultado funcional ha sido poco estudiada. A nuestro entender, sólo tres estudios utilizando esa osteotomía aportan datos al respecto, todos retrospectivos y con hallazgos contradictorios (Zitouna et al., 2019; Chen et al., 2016; Wilson et al., 2009).

Por tanto, hay una falta de evidencia y controversia en la literatura sobre si es necesario o no realizar procedimientos adicionales sobre las partes blandas para corregir la posición de los sesamoideos tras la osteotomía en *scarf* del primer metatarsiano, así como sobre la relación de la posición postoperatoria de los sesamoideos con los resultados funcionales. Nosotros pensamos que con la osteotomía en *scarf* se corrige la alineación del primer metatarsiano, pero esta realineación puede ser insuficiente para obtener una adecuada reducción de los sesamoideos, lo cual podría influir negativamente sobre el resultado funcional, en cuyo caso debería aumentarse la realineación del metatarsiano o asociar gestos quirúrgicos para obtener la reducción.

El objetivo principal de nuestro estudio fue analizar si la posición de los sesamoideos tras la corrección del HV mediante la osteotomía en *scarf* tiene influencia sobre el resultado funcional.

II. MARCO TEÓRICO

2.1. ANATOMÍA

2.1.1. MORFOLOGÍA GENERAL DEL PIE

El pie es la parte más distal de la extremidad inferior. Su anatomía, tridimensional y compleja, está compuesta por 26 huesos (tarsianos, metatarsianos, falanges) y dos huesos accesorios (sesamoideos), todos ellos conectados entre sí por articulaciones que permiten el movimiento en los tres planos del espacio (Llusá y Meri, 2004; Myerson, 2000).

Desde el punto de vista funcional, la estructura ósea del pie se describe en 3 grupos o regiones óseas (Myerson, 2000) (Fig. 1):

- Retropié: formado por el calcáneo y astrágalo, comprendida por la articulación subastragalina.
- Mediopié: formado por el escafoides, cuboides, cuneiforme medial o primera cuña, cuneiforme intermedio o segunda cuña y cuneiforme lateral o tercera cuña, comprendida por la articulación de Chopart (calcaneocuboidea y astragaloescafoidea) y la articulación de Lisfranc (tarsometatarsiana).
- Antepié: formado por 5 metatarsianos, 5 falanges proximales, 4 falanges medias y 5 falanges distales, comprendida por las articulaciones metatarsofalángicas (MTF) y las interfalángicas (IF).

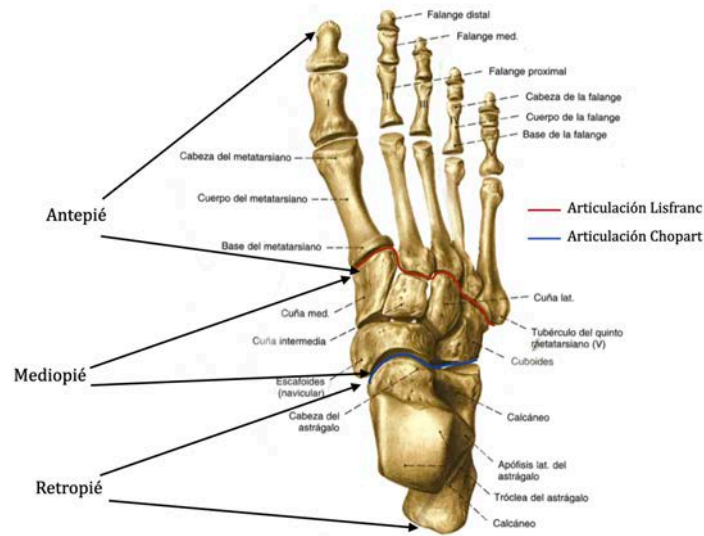


Fig. 1. Estructura ósea del pie y sus regiones anatómicas (modificado de Sobotta, 1994)

2.1.2. MORFOLOGÍA DEL PRIMER RADIO DEL PIE

Anatómicamente, el primer radio del pie ha sido muy discutido por los autores en cuanto a su composición (Mizel, 1993; Hicks, 1954). Es una estructura formada por la primera cuña que se articula con el primer metatarsiano, este a su vez con el complejo sesamoideo y con la falange proximal y esta última con la falange distal (Hicks, 1954) (Fig. 2).

Constituye una unidad funcional que le permite ejercer al pie su función *estática*, soportar el peso del cuerpo; así como su función *dinámica*, proporcionar la propulsión en el proceso de la marcha.

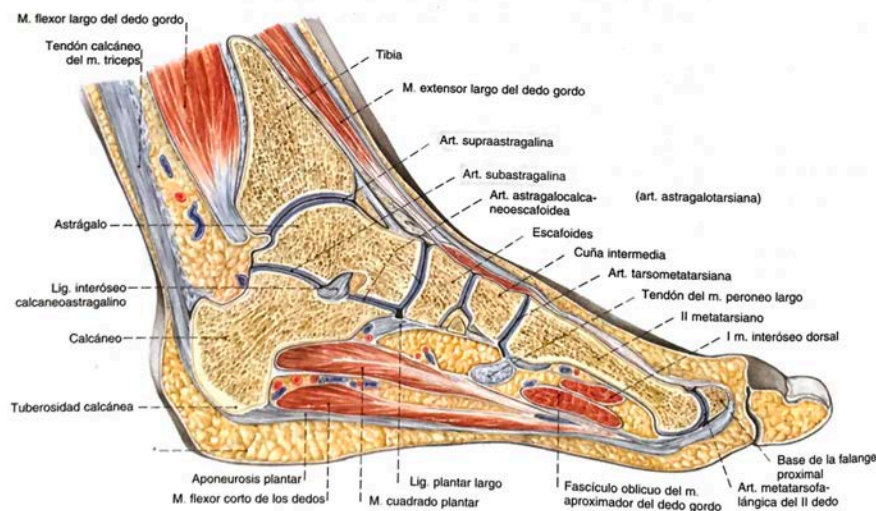


Fig. 2. Corte sagital de la anatomía del primer radio (tomado de Sobotta, 1994)

Primer metatarsiano

El primer metatarsiano es más voluminoso, corto y grueso que los demás metatarsianos, por su influencia en la biomecánica de la marcha.

La base, o parte proximal del primer metatarsiano, tiene dos tubérculos, uno medial donde se inserta un fascículo del tendón tibial anterior y otro lateral donde se inserta un fascículo del tendón peroneo largo. Esta parte proximal se articula con la superficie distal de la primera cuña formando la *articulación cuneometatarsiana*, constituyendo esta la parte medial de la articulación de Lisfranc (su variabilidad anatómica es relativamente significativa e influye sobre la movilidad articular). Es estabilizada por un sistema capsuloligamentoso y limitada lateralmente por la parte proximal del segundo metatarsiano dando estabilidad lateral a dicha articulación. Por la anatomía que presenta, por su lado dorso-medial le permite soportar fuerzas de compresión, mientras que por su lado plantar-lateral le permite soportar fuerzas de tracción. La musculatura que le proporciona soporte son los tibiales posterior y anterior y el tendón peroneo largo, por su inserción en el escafoides, primera cuña y primer metatarsiano, respectivamente (Coughlin y Mann, 2011; Rouvière y Delmas, 2005; Llusá y Meri, 2004).

La cabeza o parte distal del primer metatarsiano, voluminosa, redondeada y cubierta por cartílago, se divide en dos zonas: una superior que se articula con la base de la falange proximal formando la *articulación metatarsofalángica* del *hallux*; y una inferior, o plantar, con dos carillas cubiertas por cartílago hialino donde se articula con los dos sesamoideos (medial o tibial y lateral o fibular), ambas carillas separadas entre ellas por una prominencia ósea (la *cresta ósea central*) que garantiza la estabilidad de la articulación metatarsosesamoidea durante la flexión dorsal (Coughlin y Mann, 2011; Rouvière y Delmas, 2005; Llusá y Meri, 2004).

Sesamoideos

Los sesamoideos se unen, por una parte, a la cabeza del primer metatarsiano mediante los potentes *ligamentos suspensores metatarsosesamoideos* y, por otra parte, a la falange proximal mediante los *ligamentos colaterales metatarsofalángicos*. Están conectados entre sí, por medio del *ligamento intersesamoideo* localizado en la cresta ósea formando parte del canal por el que discurre el tendón flexor largo del *hallux*, al que estabiliza. En relación con el sesamoideo lateral se encuentra el *ligamento transverso*

intermetatarsiano que une el extremo distal del segundo radio con dicho sesamoideo, dando lugar a una relativa fijación anatómica (Barroso et al., 2017).

Articulación metatarsofalángica

La articulación MTF es estabilizada estáticamente por los potentes *ligamentos colaterales*, medial y lateral (con inserción en la base de la falange proximal), los *ligamentos metatarsosesamoideos* que se interdigitan entre los colaterales (con inserción en los sesamoideos y en la placa plantar), así como por la *cápsula articular* (formada por el refuerzo de los ligamentos colaterales y los ligamentos metatarsosesamoideos) (Fig. 3).

En la zona plantar de la articulación se reúne la musculatura intrínseca del *hallux* (los dos vientres tendinosos del músculo flexor corto del *hallux*, el tendón del abductor y aductor del *hallux*), la fascia plantar y la cápsula articular para formar la llamada *placa plantar*, estabilizador dinámico de la articulación MTF (Srinivasan, 2016; Lucas et al., 2014). En dicha placa están contenidos cada uno de los sesamoideos, que a su vez están incrustados en cada tendón del flexor corto del *hallux* y a su vez son lugar de inserción del resto de la musculatura intrínseca del *hallux* (abductor en el interno y aductor en el externo); todo ello formando el *complejo sesamoideo* (Fig. 4). Dicho complejo, se encuentra firmemente insertado en la base de la falange proximal sin presentar puntos de unión con la cabeza del primer metatarsiano. Esto permite el movimiento de flexo-extensión de la articulación MTF deslizándose de forma independiente del primer metatarsiano (Srinivasan, 2016; Coughlin y Mann, 2011).

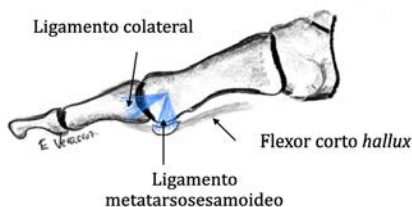


Fig. 3. Vista lateral (L) estabilizadores articulación MTF del *hallux* (elaboración propia)

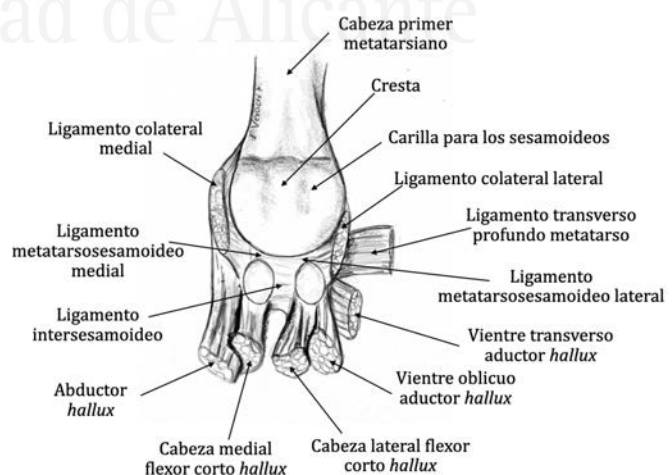


Fig. 4. Vista anteroposterior (AP) cabeza del primer metatarsiano y el complejo sesamoideo (elaboración propia)

Musculatura

Diversos músculos están involucrados en la función y movimiento del primer dedo del pie, organizados alrededor de la articulación MTF del *hallux* (Fig. 5, 6 y 7).

Medialmente, se sitúa el *tendón abductor del hallux*, estabilizador medial del mecanismo sesamoideo, al insertarse cercano a la superficie plantar en la base medial de la falange proximal y en el sesamoideo medial.

Lateralmente, se sitúa el *tendón del aductor del hallux* formado por dos cabezas que cruzan oblicua y transversalmente la planta del pie para insertarse, también cercano a la superficie plantar, en la base lateral de la falange proximal fusionándose con la placa plantar y el complejo sesamoideo estabilizando lateralmente el mecanismo sesamoideo.

Dorsalmente, se sitúan, por un lado, el *tendón extensor largo del hallux* que da origen a dos expansiones laterales que se fija sobre los bordes de la falange proximal y termina ensanchándose distalmente sobre la base de la falange distal, y por otro, el *tendón extensor corto del hallux* con inserción dorsal en la base de la falange proximal, ambos con función extensora del *hallux*.

Plantarmente, se incluyen el *tendón flexor largo del hallux* que discurre por el centro del complejo sesamoideo para insertarse en la base de la falange distal, y el *tendón flexor corto del hallux* formado por dos vientres musculares, uno medial que se inserta en el sesamoideo medial y cara medial de la falange proximal y uno lateral que lo hace en el sesamoideo lateral y región lateral de la base de la falange proximal realizando la flexión plantar del *hallux* y contribuyendo al mantenimiento del arco plantar (Coughlin y Mann, 2011; Hild y McKee, 2011; Rouvière y Delma, 2005).

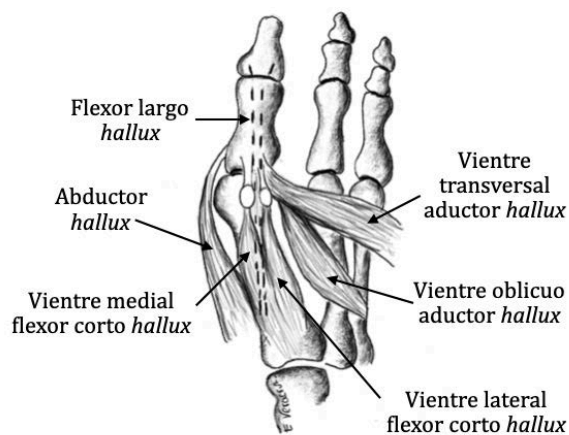


Fig. 5. Configuración anatómica de la musculatura intrínseca plantar del *hallux* (elaboración propia)

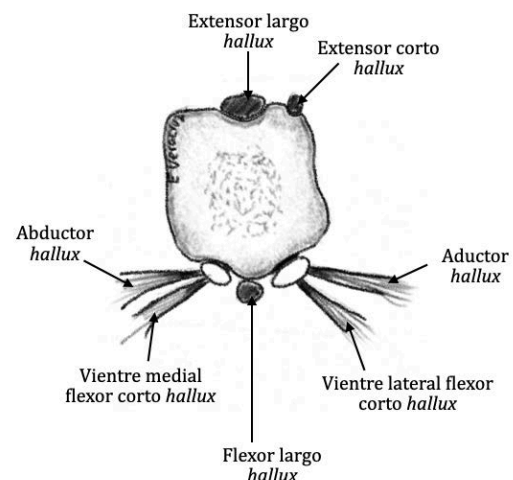


Fig. 6. Corte transversal del *hallux* a nivel del complejo sesamoideo observando la relación con la musculatura y la cabeza del primer metatarsiano (elaboración propia)

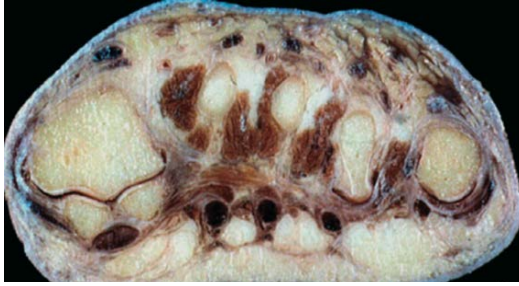


Fig. 7. Corte coronal de la articulación metatarsofalangicasesamoidea del *hallux* y de las cabezas metatarsianas (tomado de Bonnel y Teissier, 2013).

En su conjunto, el primer radio del pie, requiere un equilibrio ligamentoso y muscular, proporcionado estáticamente por el ligamento intermetatarsiano, cuneometatarsiano, fibras mediales de la fascia plantar, así como los estabilizadores mencionados de la articulación MTF (Huang, 1993) y dinámicamente por la función de la musculatura extrínseca de la pierna (tendón tibial posterior, tendón peroneo largo y tendón flexor largo del *hallux*) e intrínseca del pie, el tendón flexor corto del *hallux* (importante estabilizador del *hallux* durante la marcha y ayuda a transferir las cargas anteriormente al *hallux*)(Thordarson et al., 1995).

2.1.3. BIOMECÁNICA DEL PIE

Cinemática

Desde el punto de vista de la cinemática del miembro inferior, el pie es el eslabón más distal de la cadena de la marcha. Su configuración anatómica compleja y arqueada le permite un movimiento combinado en los tres planos del espacio alrededor de un eje perpendicular al plano correspondiente: movimiento de flexión dorsal-flexión plantar en el plano sagital (eje horizontal), movimiento de abducción-aducción en el plano horizontal, transverso o axial (eje vertical) y, movimiento de inversión-eversión en el plano coronal o frontal (eje anteroposterior) (Fig. 8).

Esta combinación de movimientos le proporciona, modificando la participación de las articulaciones que conforman el pie, la capacidad de actuar como una estructura flexible para soportar el peso del cuerpo, amortiguar el choque del pie y ajustarse a las irregularidades del terreno mientras se mantiene la estabilidad del cuerpo - *standing dynamic* (Smith, 1953), tendencia constante del cuerpo a caerse por el efecto de la gravedad- (articulaciones de *acomodación*: articulaciones del tarso y tarsometatarsianas), así como la capacidad de alcanzar la rigidez adecuada para impulsar el cuerpo hacia

adelante, a la vez que proporciona el cambio de velocidades en la marcha (articulaciones de *movimiento*: articulación del tobillo y de los dedos) (Nordin y Frankel, 2012; Llusá y Meri, 2004; Myerson, 2000). El primer radio del pie es una de las unidades funcionales del pie implicada en estos procesos.

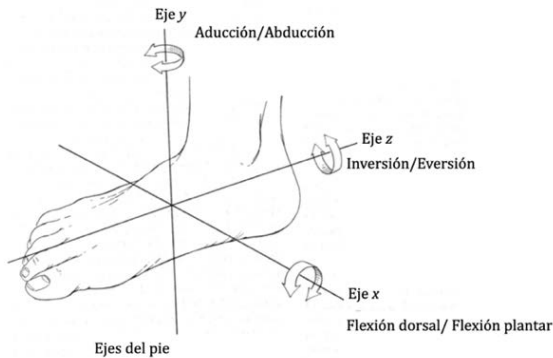


Fig. 8. Ejes de movimiento del pie: rotación sobre el eje X son flexión dorsal y flexión plantar; rotación sobre el eje Y son abducción y aducción; rotación sobre el eje Z son inversión y eversión (elaboración propia)

La articulación cuneometatarsiana (parte de la articulación de Lisfranc) se considera intrínsecamente estable debido a su configuración en forma de arco. Se mueve alrededor de un eje común con una angulación de 45° (Hicks, 1954) (Fig. 9) con respecto al plano coronal y sagital principalmente y, muy leve, con respecto al plano axial (llegando a ser insignificante este movimiento), dando lugar a un movimiento triplanar que combina la flexión plantar con supinación y aducción, o bien, la flexión dorsal con pronación y abducción, dependiendo de la dirección en la que se realice. De todos estos movimientos, el más relevante es el de flexión plantar (por la contracción del tendón peroneo largo con parte de inserción en la base del primer metatarsiano) con un rango de movimiento de 10° aproximadamente (Cornwall y Mcpoil, 2002) (Fig. 10).

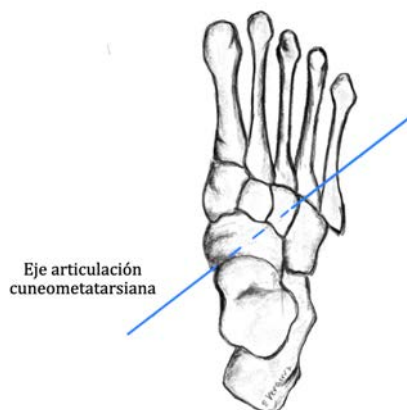


Fig. 9. Vista dorsal del pie mostrando la orientación y localización del eje de movimiento de la articulación cuneo metatarsiana (elaboración propia)

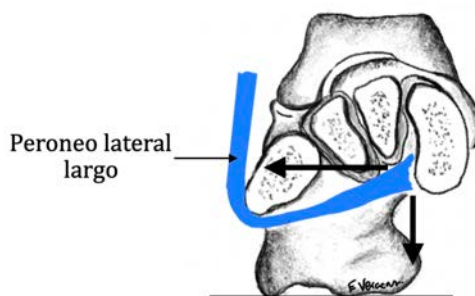


Fig. 10. Acción del peroneo lateral largo para realizar la flexión plantar de la articulación cuneo metatarsiana (elaboración propia)

La articulación MTF del *hallux* es una enartrosis con movimiento alrededor de dos ejes cuyo centro de rotación es el cuello metatarsiano. De estos dos ejes, el más significativo es el que origina el movimiento de flexión dorsal-flexión plantar en el plano sagital alrededor de su eje horizontal. El otro eje, vertical en el plano sagital, presenta poca trascendencia su movilidad de abducción-aducción. Continúa existiendo variaciones al definir el rango normal de movimiento de esta articulación. En general, se acepta que para una deambulación con carga normal, se requiere una flexión dorsal respecto al eje del primer metatarsiano de 65° a 75° (Shereff, 1990), teniendo una media de rango de movimiento que oscila entre 85° y 90° (Buell y Green, 1988) (Fig. 11).

El *hallux* tiene una única articulación IF con un sólo eje horizontal que produce movimientos en el plano sagital de flexión dorsal - flexión plantar, estabilizado por ligamentos colaterales similares al resto de articulaciones MTF con un rango de movimiento mayor en la flexión dorsal.

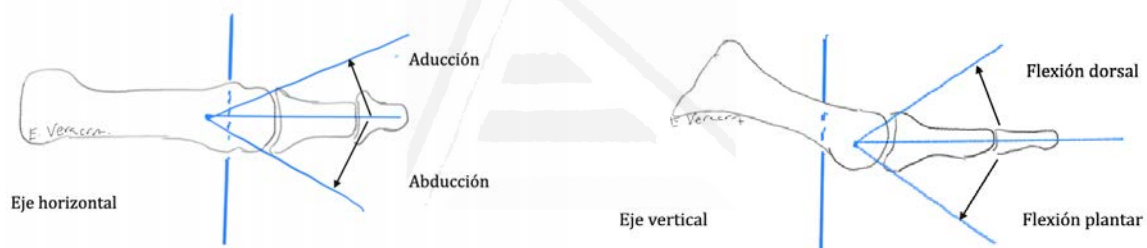


Fig. 11. Esquema ejes de movimiento (vertical y horizontal) de la articulación MTF del *hallux* (elaboración propia)

Cinética

Las articulaciones del primer radio adquieren su importancia durante la fase de propulsión de la marcha, ya que soporta el doble de carga en relación con los dedos menores. En esta fase, el talón se despega del suelo y todo el peso del cuerpo se traslada al arco longitudinal medial del antepié para impulsar la extremidad hacia adelante. Aquí, la articulación cuneometatarsiana incrementa su flexión plantar para mantener el contacto con el suelo y soportar la carga en la zona medial del antepié, así como, para colaborar (en el momento del despegue) en que la cabeza del primer metatarsiano se desplace posteriormente (movimiento pasivo de dorsiflexión del *hallux*) deslizándose sobre el complejo sesamoideo hasta que los sesamoideos son desplazados distalmente y la porción más dorsal de la cabeza del primer metatarsiano soporta la mayor parte de la carga, encontrarse firmemente apoyado en el suelo. Este movimiento pasivo dorsiflexor

de la articulación MTF en el complejo sesamoideo, contribuye a tensar la fascia plantar ayudando a estabilizar y mantener la rigidez de la columna medial durante la propulsión, mediante el *mecanismo de torno o windlass* (Hicks, 1954) (Fig. 12), dicha fascia, durante la flexión dorsal pasiva de la articulación MTF en el despegue de la marcha, se tensa (a la vez que se tensa el sistema aquileo-calcáneo-plantar) y, como si un cable se enrollara en el tambor de un molinete, acorta la distancia entre el calcáneo y la cabeza del primer metatarsiano, verticaliza el calcáneo, favoreciendo la elevación y acortamiento del arco longitudinal medial, convirtiendo el pie en una estructura más rígida y estable para poder realizar un despegue eficiente e impulsar la extremidad hacia adelante. Así mismo, se tensiona el tendón flexor largo del *hallux*, actuando como polea propulsando el pie a través del complejo sesamoideo, transfiriendo la fuerza a la base de la primera falange manteniendo el *hallux* fuertemente aplicado en el suelo sin realizar traslación de este, finalizando la última parte del despegue. Por tanto, como hemos visto, los sesamoideos juegan un papel importante en la biomecánica del primer radio, esto es, absorben las fuerzas que soportan el peso mejorando la carga del primer radio, aumenta el momento de fuerza del flexor corto del *hallux* que impulsan la flexión plantar del *hallux*, así como elevan la cabeza del primer metatarsiano disipando las fuerzas de la misma (Cohen, 2009; Glasoe et al., 1999).

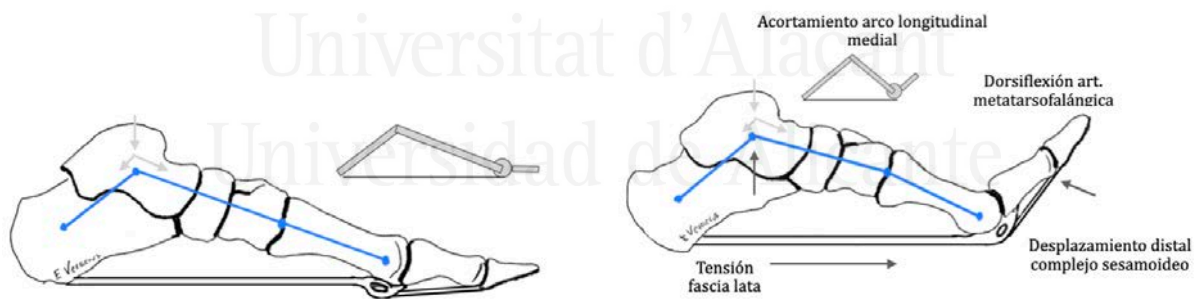


Fig. 12. Esquema mecanismo *windlass*. En la flexión dorsal de la articulación MTF se pone en tensión la fascia plantar, lo que eleva pasivamente el arco longitudinal interno y el complejo sesamoideo se desplaza distalmente (elaboración propia)

Para comprender la forma y cinética del pie, entre otras, se le ha comparado como la estructura de un puente, formado por una bóveda (*bóveda plantar*) con un apoyo anterior (*antepié*) y otro posterior (*talón o retropié*). El balance entre estos tres puntos de apoyo es fundamental para el soporte del pie (Viladot, 2003) (Fig. 13).

La disposición de los elementos osteoarticulares y ligamentos del pie entre sí, así como, la musculatura extrínseca de la pierna e intrínseca del pie, forman una bóveda en

la parte media del pie que hace que este se adapte a las irregularidades del suelo, transformando la fuerza y el peso en las mejores condiciones mecánicas en las distintas situaciones.

De esta bóveda, su parte *superior o dorsal*, sometida a fuerzas de compresión, está formada por los huesos contribuyendo al mantenimiento de la bóveda (estabilidad *pasiva*) mientras que, su parte *inferior o plantar*, que resiste fuerzas de tracción, está formada por haces ligamentosos (estabilidad *activa*) y músculos cuya contracción impiden el hundimiento de la bóveda cuando los elementos fibroelásticos son sometidos a una sobrecarga (estabilidad *activa*) (Viladot, 2003).

Su *punto de apoyo posterior*, el *retropié* (Fig. 14), nos mantiene en bipedestación gracias a su sistema de estabilización en el plano frontal (maleolo peroneo, sustentaculum tali, los ligamentos deltoideo, interóseo tibioperoneo y astragalocalcáneo y los tendones tibial posterior, flexor común de los dedos y flexor largo del *hallux*); también amortigua el choque del pie con el suelo durante la marcha; así como, nos permite la fase de despegue de la marcha normal, gracias a su sistema de estabilización en el plano sagital, el sistema aquíleo-calcáneo-plantar (Arandes y Viladot, 1953) (tendón Aquiles, sistema trabecular posteroinferior y músculos flexor corto y abductor del *hallux*).

Su *punto de apoyo anterior*, el *antepié* (Fig. 15), proporciona la capacidad de amortiguar los impactos durante la marcha, así como, potenciar la propulsión y aumentar su rigidez en la fase de despegue para aumentar la estabilidad, siempre y cuando haya, por un lado, un adecuado apoyo en el plano horizontal condicionado por la fórmula metatarsal (*índex minus, índex plus, índex plus-minus*), por la fórmula digital (pie griego, pie egipcio, pie cuadrado) y por la acción del fascículo transverso del músculo abductor del *hallux* que mantiene las cabezas metatarsianas unidas estabilizando el antepié; y por otro, el apoyo uniforme en el suelo de todas las cabezas metatarsales en el plano frontal condicionada por el ángulo de incidencia con el suelo de cada metatarsiano (Viladot, 2003).

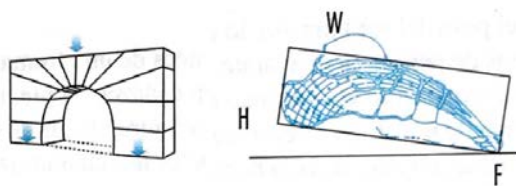


Fig. 13. Comparación bóveda plantar (tomado de Viladot, 2003)

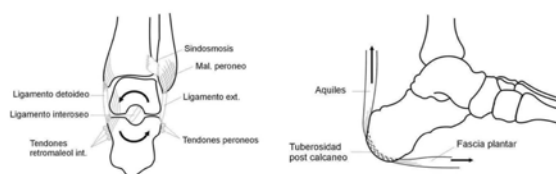


Fig. 14. Estabilidad apoyo posterior bóveda plantar (tomado de Viladot, 2003)

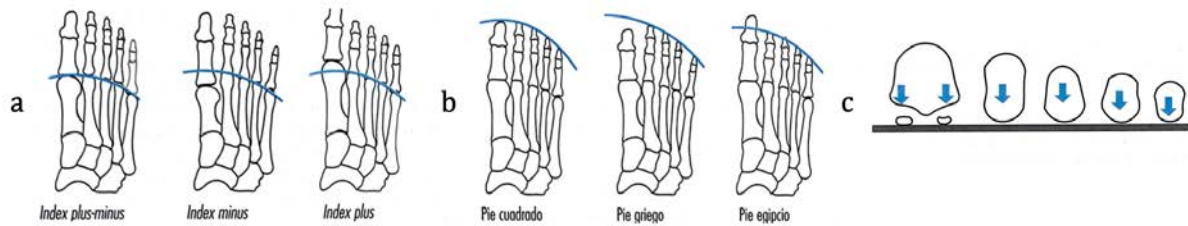


Fig. 15. (a) Fórmula metatarsal; (b) fórmula digital; (c) apoyo cabeza metatarsianos plano horizontal (tomado de Viladot, 2003)

De esta estructura, la bóveda plantar, se distinguen un conjunto de arcos (Fig. 16): 5 longitudinales (corresponden cada uno a un metatarsiano) que parten del calcáneo hacia la parte anterior con diferente ángulo de incidencia, siendo el arco medial, más largo, elevado y el más importante durante el soporte estático y dinámico del pie soportando la mayor parte de la carga (Manter, 1941); y 4 transversales al eje longitudinal del pie, con diferentes alturas en relación al suelo tanto más elevado cuanto más posterior.

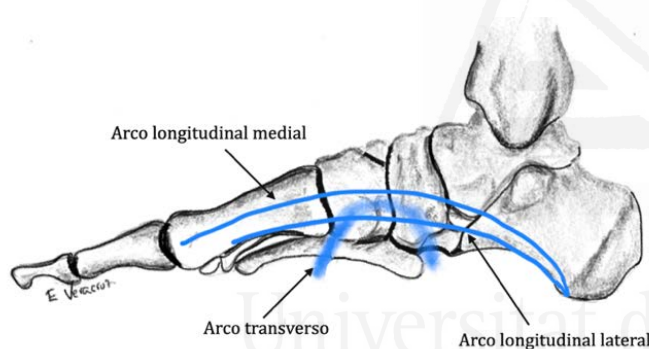


Fig. 16. Principales arcos longitudinales y transverso del pie (elaboración propia)

Estáticamente, el pie distribuye el peso del cuerpo a través del astrágalo, la mayor parte, un 60% de carga va hacia el calcáneo, un 8% al mediopié y el resto, un 32% hacia el antepié (28% al antepié y 4% a los dedos)(Cavanagh et al, 1987) (Fig. 17). En el antepié, durante la bipedestación, la carga se distribuye uniformemente a través de todos los metatarsianos, a excepción del primero que absorbe el doble de carga que los demás a través del complejo sesamoideo.

Dinámicamente, durante la marcha, la proporción cambia. El centro de presión máxima inicialmente se localiza en el talón, acelera rápidamente a través del mediopié para llegar al antepié donde la velocidad disminuye, soportando el peso del cuerpo más tiempo del que soporta el calcáneo (Cavanagh y Michiyoshi, 1980) localizando la máxima presión en la cabeza del primer metatarsiano a través del complejo sesamoideo, amortiguando éste las irregularidades del terreno junto con la fascia mediante el

mecanismo de *windlass*, ya mencionado, en la fase del despegue de la marcha (Hutton y Dhanendran, 1981).

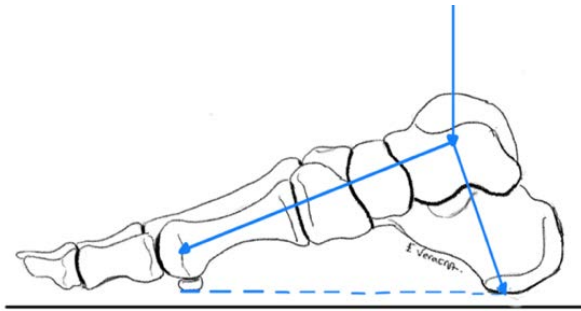


Fig. 17. Esquema de la distribución del peso del cuerpo en el pie (elaboración propia)



Universitat d'Alacant
Universidad de Alicante

2.2. HALLUX VALGUS

2.2.1. EPIDEMIOLOGÍA Y FACTORES PREDISPONENTES

Epidemiología

El HV es una de las deformidades más comunes del antepié, cuya prevalencia en la población varía ampliamente en la literatura. Se estima una prevalencia comprendida entre el 22% y el 65% de la población en general (Nishimura et al., 2014; Hannan et al., 2013; Cho, 2009; Roddy y Doherty, 2008). Esta variabilidad en los resultados epidemiológicos registrados, son atribuibles a la localización de la población y a la estructura de los estudios realizados con, diferentes rangos de edades seleccionados en los distintos estudios (Nishimura et al., 2014; Nguyen et al., 2010), con falta de unificación de criterios en la terminología utilizada para definir el HV (Nguyen et al., 2010; Coughlin y Jones, 2007), y con, diferentes métodos diagnósticos de HV, bien clínicos (González-Martín et al., 2017; Edward Roddy et al., 2008) como la Escala Manchester (Garrow et al., 2001) o la fotografía digital (Nix et al., 2012) bien radiológicos (Nishimura et al., 2014; Cho et al., 2009).

Nix et al (2010) en su revisión sistemática, en la que incluyó 78 estudios, encontraron una considerable prevalencia de HV, estratificada por edad, del 23% en pacientes entre los 18 y 65 años y del 36% en mayores de 65 años.

En España, la patología del HV también se considera una de las patologías más comunes del antepié, siendo la segunda más frecuente en términos de alteración biomecánica (Pita-Fernandez et al., 2014). Su prevalencia se asemeja a otros países, estimándose entre el 29 y 39% de los pacientes mayores de 40 años (González-Martín et al., 2017; Pita-Fernandez et al., 2014), ascendiendo a un 46% en los pacientes mayores de 65 años (Pita-Fernandez et al., 2014).

Factores predisponentes

Está bien definido en la literatura y hay consenso, a pesar de dos estudios que presentan resultados discordantes (Nguyen et al., 2010; Cho et al., 2009) con el resto de publicaciones, que la prevalencia del HV **augmenta con la edad** de los pacientes (Dufour et al., 2014; Nix et al., 2010; Roddy et al., 2008; Coughlin y Jones, 2007). Sin embargo, el

momento de inicio de la deformidad es controvertido, consecuencia, entre otras, del tipo de clínica que se presente, de la magnitud de la deformidad, y de la habilidad del propio paciente para detectar la deformidad, al ser una patología progresiva. Se estima que aparece entre los 30 y 50 años de edad (Coughlin y Mann, 2011; Coughlin y Jones, 2007), aunque su desarrollo tenga lugar mucho antes (Coughlin, 1995).

Existe una predilección por la **población femenina** (Nishimura et al., 2014; Nix et al., 2010; Cho et al., 2009; Roddy et al., 2008; Coughlin y Jones, 2007;). Hay estudios que describen, como factores favorecedores del desarrollo del HV en dicho sexo: la predisposición anatómica del pie femenino (Ferrari et al., 2004) al presentar articulaciones más curvas (Dykyj et al., 2001); la tendencia a presentar mayor laxitud ligamentosa (Wilkerson y Mason, 2000); la movilidad articular cadera y tobillo (Steinberg et al., 2013); pero mayormente es la asociación con el uso prolongado de un zapato menos fisiológico (Menz et al., 2016; Dufour et al., 2014; Menz y Morris, 2005; Nguyen et al., 2010).

Los datos disponibles demuestran una **predisposición familiar** del HV, presente entre un 84% (Coughlin y Jones, 2007) y un 90% de los pacientes (Piqué-Vidal et al., 2007) con un patrón de herencia autosómico dominante con penetrancia incompleta (Piqué-Vidal et al., 2007), especialmente cuando aparecen en la adolescencia (Coughlin, 1995). Algunos autores han registrado una predisposición genética mayor en el sexo masculino, con un 68% de los pacientes con HV, transmitida por factores maternos y con un inicio de la patología más temprano y una deformidad radiológica más severa (Nery et al., 2013). Actualmente, se sigue investigando al respecto, encontrándose una nueva variante genética asociada con HV (Arbeeva et al., 2020) en el gen CLCA2.

No hay una clara relación establecida entre la **obesidad** y el HV (Frey y Zamora, 2007), pero algunos autores, en términos generales han relacionado el índice de masa corporal (IMC) elevado con la patología del HV (Dufour et al., 2014; Nguyen et al., 2010; Cho et al., 2009). Pero si se estratifica por sexo, se ha registrado que el sexo masculino se asocia a un elevado IMC y a la mujer con una disminución del IMC (Nguyen et al., 2010) posiblemente porque el uso de calzado de tacón es más probable que lo lleven las pacientes con más bajo IMC.

2.2.2. ETIOPATOGENIA

En condiciones normales, existe una alineación fisiológica de la primera articulación MTF, existiendo una congruencia en las superficies articulares de la falange proximal y de la cabeza del primer metatarsiano durante la carga a la que se someten en el proceso de la marcha, así como un equilibrio entre las partes blandas alrededor de la articulación MTF y, una articulación tarsometatarsiana estable (Easley y Trnka, 2007). Cualquier factor que interrumpa la integridad de estas estructuras anatómicas puede conducir a la deformidad del HV (Perera et al., 2011).

El HV es una deformidad progresiva y lenta del primer radio, que se define como una deformidad de la primera articulación MTF con alteración de la angulación, rotación y desviación lateral del primer dedo del pie, combinado con una prominencia medial de la cabeza del primer metatarsiano (también denominada *bunion o* juanete) y una desviación de la misma (Menz y Lord, 2005; Vanore et al., 2003; Coughlin, 1996). Su desarrollo engloba una serie de etapas que, ni es necesario que se produzcan todas para que se lleve a cabo la deformidad, ni tampoco que se produzcan secuencialmente en el tiempo, pudiendo darse de forma paralela (Perera et al, 2011).

El primer metatarsiano es vulnerable debido a la ausencia de inserciones tendinosas en su cabeza. A ello, hay que añadir que los únicos estabilizadores mediales de la articulación MTF son, la capsula articular, el ligamento colateral medial y el ligamento sesamoideo medial. Esta anatomía hace susceptible a la cabeza metatarsiana a una desviación medial, como inicio de la deformidad cuando fallan o se debilitan estos elementos anatómicos, a consecuencia de otros factores. Al desplazarse medialmente la cabeza del primer metatarsiano, esta se desliza del complejo sesamoideo que permanecen en su sitio (a expensas del tendón aductor del *hallux* y el ligamento intermetatarsiano), pero dicho complejo, pierde su posición debajo de la cabeza, lo que hace que la cresta intersesamoidea, estabilizadora de los sesamoideos, se vaya erosionando y aplanándose progresivamente a expensas de la presión que ejerce en ella el sesamoideo medial. Si la deformidad progresa, con el paso del tiempo, puede desaparecer la cresta, estructura de contención, donde el sesamoideo lateral, insertado y estabilizado por el aductor del *hallux* y el ligamento transverso metatarsiano, se localizaría en el espacio intermetatarsiano; situación que provoca el cambio de distribución de cargas soportando menos peso el

primer radio y dando lugar a lesiones por transferencia en el resto de metatarsianos (Zirngibl et al., 2017; Coughlin y Mann, 2011; Perera et al., 2011).

Conforme progresa la desviación medial del primer metatarsiano, los músculos intrínsecos y extrínsecos, estabilizadores en condiciones normales de la articulación MTF del primer dedo, presentan un cambio de dirección de su fuerza (lateral al eje longitudinal del primer radio) transformándose en fuerzas deformantes de la articulación (en valgo, extensión dorsal y pronación del dedo con subluxación de la articulación MTF): por un lado, se pronan el primer metatarsiano al desplazarse bajo la cabeza del mismo el tendón abductor; por otro lado, la falange proximal se desplaza en valgo y si la deformidad progresa, se va pronando, consecuencia del desplazamiento lateral de tendón abductor del *hallux*, que transforma su fuerza abductora en aductora al deslizarse debajo de la cabeza del primer metatarsiano, así como del tendón aductor del *hallux* por desaparición del efecto oponente del tendón abductor del *hallux* (Zirngibl et al., 2017; Coughlin y Mann, 2011; Perera et al., 2011) (Fig. 18).

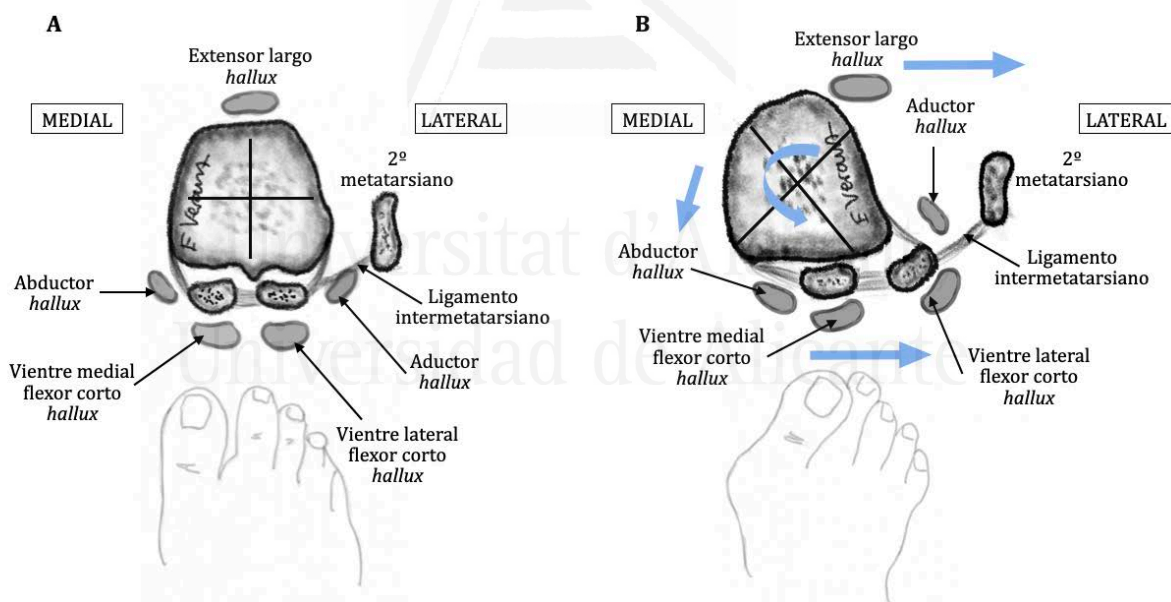


Fig. 18. (A) Relación normal de los sesamoideos con la cabeza del primer metatarsiano y equilibrio de los tendones, intrínsecos y extrínsecos, alrededor de la primera articulación MTF. (B) Mecanismo de deformidad del HV y el desequilibrio de los elementos estabilizadores de la primera articulación MTF (elaboración propia)

En los casos de deformidad severa, la progresión de la falange proximal en valgo se ve agravada por el tendón extensor largo del *hallux* y por el tendón flexor largo del *hallux* (que mantiene su relación con los sesamoideos) al formar una “cuerda de arco” lateralmente, aproximando y agravando aún más la deformidad, así como el incremento

de pronación se ve reforzado por la acción deformante del tendón aductor del *hallux* debido a su inserción más plantar en la base de la falange. Si la rotación continúa, conduce al desplazamiento lateral o a la rotación de los sesamoideos en relación con la superficie plantar del primer metatarsiano (Kuwano et al., 2002) (Fig. 19).

Todo este mecanismo, progresivamente hace que las partes blandas MTF laterales se tensen y las mediales se debiliten, así como se debilita la función de la aponeurosis plantar y su mecanismo de tensión durante la marcha (mecanismo de *windlass*), estabilizadores del primer radio (Rush et al., 2000).

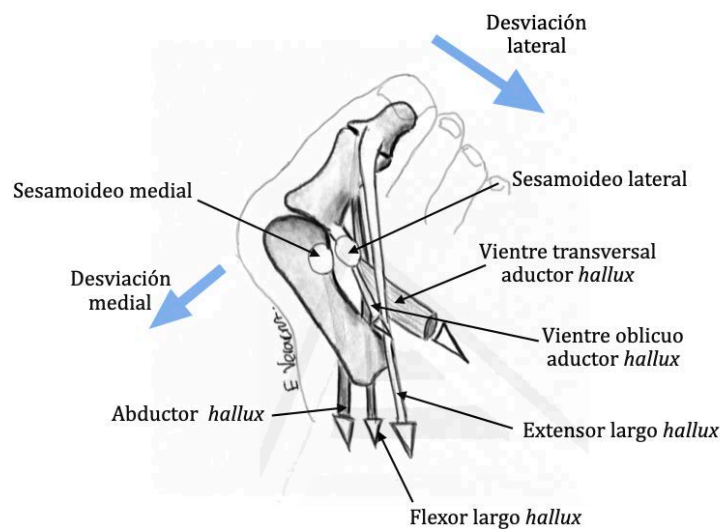


Fig. 19. Deformidad HV. Efecto “cuerda de arco” del tendón extensor largo del *hallux* (elaboración propia)

Las condiciones que originan el desarrollo del HV, han sido y siguen siendo un tema muy debatido en la literatura. Se han registrado muchos factores relacionados con la patología del HV, considerándose dicha deformidad en su desarrollo y progresión, como una patología multifactorial relacionada con alteraciones biomecánicas (Nix et al., 2013), y factores genéticos (Hannan et al., 2013). Sin embargo, no están completamente entendidos, bien porque podrían ser factores que aumentan el riesgo de desarrollo del HV o, por el contrario, podrían ser factores que se desarrollan a consecuencia de la enfermedad (Nix et al., 2012). Tampoco se conoce los pies que son más vulnerables a uno u otro tipo de factor. Así mismo, las definiciones utilizadas y los criterios de selección para categorizar cada uno de los factores, son muy diferentes entre los estudios, lo que dificulta su entendimiento.

Entre otros, se ha sugerido una serie de factores estructurales del pie implicados en el desarrollo del HV, de los cuales, no se tiene conocimiento de cuál es más significativo (Nix et al., 2012).

La asociación del **pie plano** con el desarrollo del HV sigue en controversia. Se ha llegado a considerar que los resultados son inconsistentes respecto si está relacionado o no (Nix et al., 2012). Aunque existe una creencia generalizada en que el pie plano juega un papel importante en el desarrollo del HV (Shibuya et al., 2014; Grebing y Coughlin, 2004; Komeda et al., 2001), existe evidencia de lo contrario (Nery et al., 2013; Nguyen et al., 2010; Coughlin y Jones, 2007), posiblemente, basada en los diferentes métodos de medición validados, tanto visuales como radiológicos, sin ser, unos mejor que otros (Coughlin y Jones, 2007; Coughlin y Shurnas, 2003; Saragas y Becker, 1995). Se ha postulado, entre otros, que la disminución del arco interno y la abducción del antepié aumenta la presión en el *hallux* y favorece el desarrollo de la deformidad cuando se eleva el talón durante el proceso de la marcha (Hecht y Lin, 2014; Perera et al., 2011; Easley y Trnka, 2007) o que la altura del escafoides disminuye a medida que aumenta la severidad del HV, lo que puede indicar que una disminución del arco plantar es causa de HV o el aumento del HV desencadena un descenso del arco plantar (D'Arcangelo et al., 2010). Dado que no hay consenso, Coughlin y Mann (2011) apoyan que un paciente con deformidad de pie plano que desarrolla un HV, presentará una progresión más rápida de la deformidad, siendo menos probable que sea un factor desencadenante (Robinson y Limbers, 2005). Si se relaciona el HV y la deformidad del pie plano estratificado por sexo, se ha observado que no hay relación entre el pie plano y HV en mujeres (Nguyen et al., 2010) mientras que sí en hombres (Atbaşı et al., 2020; Nguyen et al., 2010).

Cabe destacar la importancia de la **pronación del primer radio**, debido a que la rotación que genera, altera el eje del primer radio ejerciendo mayor presión sobre las estructuras mediales de la articulación MTF durante la deambulación, que, al ser una zona vulnerable, no es capaz de estabilizar a las fuerzas deformantes sometidas, desencadenando una progresión de la enfermedad (Coughlin y Mann, 2011).

Mucho se ha estudiado clínica y anatómicamente de la **movilidad del primer radio**. Diversas articulaciones están implicadas en su movimiento normal, considerándose, actualmente, una estructura funcional tridimensional que mantiene la posición del arco medial. Una alteración en sus relaciones anatómicas pueda provocar una variación en uno de los tres planos, lo que dificulta cuantificar la movilidad del primer radio en un solo

plano y como consecuencia definir la hipermovilidad (Biz et al., 2020). De ahí, que se hayan utilizado múltiples métodos de medición, con dispositivos (Klaue et al., 1994) validados (Jones et al., 2005) o mediciones manuales en función de la posición del tobillo (Grebing y Coughlin, 2004), sin poder realizar una medición precisa de la hipermovilidad del primer radio. No obstante, la hipermovilidad del primer radio, se caracteriza por un exceso de dorsiflexión de la cabeza del primer metatarsiano secundario a una inestabilidad de la articulación cuneometatarsiana en diferentes planos del espacio (Geng et al., 2015; Glasoe et al., 2002). Se ha considerado que el aumento de movilidad del primer radio, es uno de los factores asociados al desarrollo del HV (Shibuya et al., 2017; Singh et al., 2016; Coughlin y Jones, 2007; Grebing y Coughlin, 2004;). Pero en la actualidad está muy debatido (Biz et al., 2020; Mansur y Nery, 2020), si la hipermovilidad del primer radio se trata de una factor causante de la deformidad de HV (Coughlin y Jones, 2007) o por el contrario es consecuencia de la deformidad del HV (Dullaert et al., 2016; Van Beek y Greisberg, 2011; Rush et al., 2000). Estudios que la apoyan como factor causante, registran que si se cuantifica la hipermovilidad en milímetros (mm), se ha descrito un aumento medio de movilidad de 3,62 mm en los pacientes con HV, (Shibuya et al., 2017) y, si se valora en porcentaje de pacientes, está presente en el 81% de los pacientes con HV al medir la movilidad en diferentes planos (Singh et al., 2016), y en el 30% (Biz et al., 2012) de los pacientes con HV cuando el parámetro de medida es mediante un calibrador externo como el aparato de Klaue (Klaue et al., 1994) (Fig. 20). Por el contrario, otros defienden que la estabilidad de la articulación cuneometatarsiana se ve comprometida tras la alteración anatómica del músculo peroneo largo, fascia plantar o estructuras ligamentosas que cambian sus fuerzas a fuerzas deformantes como consecuencia de la deformidad del HV (Dullaert et al., 2016; Van Beek y Greisberg, 2011; Rush et al., 2000) .



Fig. 20. Método de Klaue (Klaue et al 1994) para medir la movilidad del primer radio (tomado de Grebing y Coughlin, 2004).

El hallazgo de **laxitud ligamentosa** es poco frecuente en pacientes con HV (Coughlin y Mann, 2011). Se ha relacionado con el sexo femenino (Wilkerson y Mason, 2000; Carl et al., 1988) y con el HV juvenil (Clark y Veith, 1987). La laxitud ligamentosa se ha definido mediante el uso del sistema de puntuación de Beighton (1969), escala de 9 puntos, indicando la existencia de hipermovilidad o laxitud ligamentosa generalizada cuando la puntuación es mayor de 6. Al utilizar esta escala se ha observado que los pacientes con hiperlaxitud pueden ser más propensos al desarrollo del HV, tendiendo en consideración los factores externos y anatómicos asociados (Carl et al., 1988). Por tanto, en condiciones de laxitud ligamentosa generalizada, tales como el Síndrome de Marfan, Ehlers-Danlos, el HV es más común, siendo difícil su tratamiento por el riesgo de recidiva que presenta (Coughlin y Mann, 2011).

Existen diversos factores morfológicos del primer radio que pueden influir en el desarrollo de HV.

La **morfología de la cabeza del primer metatarsiano** es un factor asociado, que, si su forma es redondeada, aumenta el riesgo de desarrollo de HV (Nix et al., 2012; D'Arcangelo et al., 2010; Coughlin y Jones, 2007; Ferrari y Malone-Lee, 2002) influyendo en la estabilidad de la articulación MTF con mayor tasa de recidiva del HV (Okuda et al., 2007), presentándose esta anatomía en el 71% de los pacientes con HV (Coughlin y Jones, 2007) o, por el contrario si su forma es plana, protege y evita la subluxación MTF (Coughlin y Jones, 2007), relacionándose esta forma con la progresión a *hallux rígido* (Coughlin y Shurnas, 2003). Pero hay dudas si, realmente la descripción de la forma de la cabeza se trata de variantes anatómicas o, sin embargo, son formas aparentes que varían por la pronación o la inclinación del metatarsiano (Schweitzer y Maheshwari, 1999).

La **morfología de la superficie articular proximal del primer metatarsiano** (Fig. 21) puede tener variaciones en su habitual inclinación medial y presentar una relación entre su oblicuidad y el HV (Ferrari y Malone-Lee, 2002). El aumento de la desviación medial de la carilla articular, hace más prevalente el desarrollo del HV al incrementar la inclinación medial del primer metatarsiano (Coughlin y Mann, 2011). Sin embargo, otros autores, la variación de la inclinación articular la han considerado como un artefacto (Brage et al., 1994).



Fig. 21. Morfología de la superficie articular proximal del primer metatarsiano: (A) recta; (B) curva; (C) oblicua (elaboración propia)

La **longitud del primer metatarsiano** en relación con el segundo y su posible asociación con HV, está en controversia. Posiblemente esté influenciado por los dos métodos de medición del metatarsiano utilizados en la literatura, el de Morton (1935) que utiliza líneas rectas perpendiculares al eje del segundo metatarsiano (Fig. 22-A) y el de Hardy y Clapham (1952) que en vez de líneas, utiliza arcos (Fig. 22-B); los cuales proporcionan valores muy diferentes, esto es, de diagnosticar un primer metatarsiano corto en el 63% de los pacientes con HV por el método de Morton (1935) a diagnosticar sólo un 5% en el mismo grupo de pacientes con el método de Hardy (1952) utilizando arcos (Grebing y Coughlin, 2004); diferencias que podrían verse influidas por las variaciones del ángulo intermetatarsiano (AIM) en la medición del método de Morton (Morton, 1935) condicionando el concepto de acortamiento (Grebing y Coughlin, 2004; Mancuso et al 2003). Con todo ello, se ha encontrado asociación de un primer metatarsiano largo con respecto al segundo (Nix et al., 2012; Munuera et al., 2008; Mancuso et al., 2003) hasta en un 77% de los pacientes con HV (Mancuso et al., 2003). En un primer metatarsiano más largo con respecto al segundo, la presión ejercida en la fase de despegue de la marcha puede favorecer la desviación del primer dedo para acortar el brazo de palanca para compensar la excesiva longitud (Munuera et al., 2008). Sin embargo, a pesar de que algunos estudios encuentran asociación significativa entre la longitud del primer metatarsiano con respecto del segundo y el desarrollo de HV, estos autores consideran que no hay una relación directa entre los mismos, ya que el acortamiento de la longitud del primer metatarsiano no interviene en el desarrollo de HV y el aumento de longitud tiene una importancia discutible (Coughlin, 1995; Saragas y Becker, 1995).

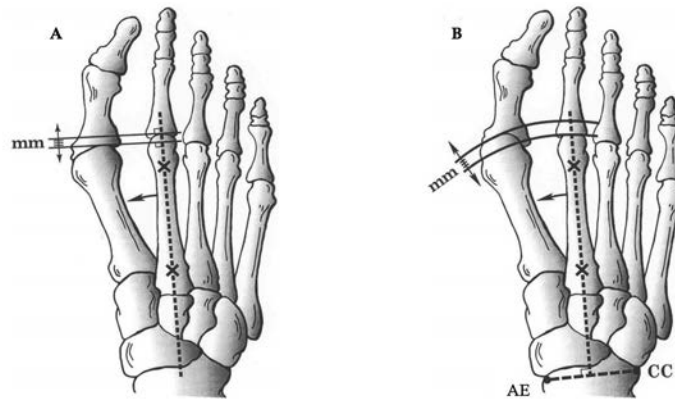


Fig. 22. Métodos de medición de la longitud del primer y segundo metatarsiano con el uso de líneas transversas descritas por Morton (1935) (A) y con la técnica de arcos descrita por Hardy y Clapham (1952) (B). AE= articulación astragaloescaloidea; CC= articulación calcaneocuboidea (modificado de Grebing y Coughlin 2004)

La presencia de la deformidad **metatarso aducto**, definida esta como una aducción del antepié a nivel de la articulación tarsometatarsiana con desviación medial de todos los metatarsianos (Aiyer et al., 2014) y, cuya fisiopatología no está clara (Pontious et al., 1994), se ha relacionado con la aparición de HV, sin haber consenso en la literatura. El metatarso aducto se ha registrado entre el 29-35% de los pacientes con HV (Aiyer et al., 2014). Mientras hay autores, que demuestran que la presencia de metatarso aducto se asocia con una alta prevalencia de HV (Ferrari y Lee, 2003; Coughlin, 1995; La Reaux y Lee, 1987), otros por el contrario, no encuentran estos hallazgos (McCluney y Tinley, 2006; Bryant et al., 2000; Kilmartin y Barrington, 1991).

Se ha postulado que la **contractura del tendón de Aquiles** puede predisponer o exacerbar el desarrollo del HV. Definiendo la contractura del tendón de Aquiles como una dorsiflexión del tobillo inferior a 5° cuando la rodilla está extendida y al flexionar la rodilla pasa a más de 10° (DiGiovanni et al., 2002) mediante la realización del test de Silfverskiöld (Singh, 2013), se ha evidenciado una contractura del tendón de Aquiles entre un 12,9 % (Lai et al., 2018) y un 38% (DiGiovanni et al., 2002) de los pacientes con HV, aumentando este porcentaje a 77% en los pacientes que presentan un HV juvenil. Con el acortamiento del tendón de Aquiles, se aumenta la tensión en la fascia plantar (sistema aquileo-calcáneo-plantar), cuyas fibras más mediales del componente central de la fascia plantar a nivel de su unión con el complejo sesamoideo y falange proximal con orientación oblicua, se convierten en mediales transformando el mecanismo *windlass* habitual en un mecanismo *lateral oblicuo* transformándose en fuerzas deformantes en valgo de la articulación MTF, disminuyendo así la dorsiflexión y favoreciendo la rigidez de la MTF

(Barouk, 2014). Sin embargo, hay pacientes con contractura del tendón de Aquiles que no presentan HV, por lo que postulan que la contractura del tendón de Aquiles aumenta el riesgo de HV cuando existen otros factores predisponentes (Barouk, 2014). Por el contrario, otros autores no relacionan la alteración del tendón de Aquiles con HV, ya que el 81% de los pacientes sanos tenía una dorsiflexión de $<10^{\circ}$ (Coughlin y Shurnas, 2003), así como tampoco encuentran asociación entre la dorsiflexión del tobillo y la magnitud del HV (Grebing y Coughlin, 2004; Veri et al., 2001).

Como factores extrínsecos al pie relacionados con el HV, se han descrito el calzado y la ocupación profesional. Se considera evidente que el **uso del calzado** puede promover la deformidad del HV, ya que esta deformidad es más frecuente en la población que lleva calzado (Nix et al, 2012). El uso prolongado de un zapato menos fisiológico, como hemos dicho anteriormente, se ha relacionado con el sexo femenino (Menz et al., 2016; Dufour et al., 2014; Nguyen et al., 2010; Menz y Morris, 2005), bien porque sea de tacón alto, siendo la asociación más fuerte en la edad comprendida entre los 20 y 64 años de edad (Nguyen et al., 2010), bien porque la puntera es más estrecha con más probabilidad de desarrollar HV entre los 20-29 años con disminución progresiva con el incremento de edad, sobre todo a partir de los 40 años (Menz et al., 2016). Sin embargo, se ha registrado un 19% de hombres con HV que han llevado zapato inadecuado (Nery et al., 2013), lo que quiere decir, que es un factor probablemente asociado al desarrollo del HV pero que también cualquier tipo de calzado puede conllevar a la aparición del HV en pacientes susceptibles (Coughlin y Mann, 2011). Por tanto, el calzado que inicialmente juega un papel importante en la protección del pie, su papel funcional, actualmente, está alterado por las influencias de las características del calzado moderno (tacón elevado y/o puntera estrecha) asociados por sus alteraciones biomecánicas en la disminución de la movilidad de la articulación MTF del *hallux* y en el aumento de presión en el lado medial, ambas condiciones que se asocian al desarrollo del HV y dolor en el pie (Nguyen et al., 2010; Menz y Morris, 2005). Pero, aunque el calzado parece ser un factor esencial en el desarrollo del HV, la deformidad no aparece en un gran porcentaje de personas que utilizan zapatos, por lo que existen otros factores determinantes del desarrollo del HV, como hemos mencionado, que, hacen que el pie sea más vulnerable a la deformidad independiente del calzado.

Con respecto a la **profesión**, hay poca evidencia descrita que apoye el desarrollo del HV. Pero lo que hay publicado registra que un 17% de los pacientes relacionan la

deformidad con su actividad profesional (Cho et al., 2009; Coughlin y Jones, 2007), probablemente sea por el tipo de calzado constrictivo o por la intensa actividad física. La profesión que, como excepción, se ha relacionado con el desarrollo del HV, aunque con una fuerza débil, es la profesión de ballet (Einarsdottir et al., 1995).

2.2.3. CLÍNICA Y CLASIFICACIÓN

Clínica

El HV se considera una afectación progresiva que se puede presentar de forma muy variable, desde una leve deformidad de la cabeza del primer metatarsiano hasta una luxación de la articulación MTF de la misma (Vanore et al., 2003), cuyo nivel de deformidad no refleja la gravedad de los síntomas.

Se considera el HV como un problema de salud, con una fuerte asociación al dolor (Roddy et al., 2008), pero no todos los pacientes que presentan la deformidad del HV presentan clínica (asintomáticas durante toda su vida) (Cho et al., 2009; Badlissi et al., 2005) o tienen limitaciones (Badlissi et al., 2005), incluso los pacientes con afectación bilateral pueden presentar diferente magnitud de expresión clínica (Coughlin y Mann, 2011).

Los pacientes generalmente consultan por dolor en la eminencia medial secundario a la deformidad de la primera articulación MTF (por la aparición del *bunion* o *juanete*), hasta en un 83% de los casos (Benvenuti et al., 1995), agravado por un problema de conflicto de espacio con el uso del calzado sobretodo ajustado (Vanore et al., 2003), hecho que puede provocar un roce con su posterior inflamación de la bursa (Easley y Trnka, 2007).

Asocian con la progresión de la enfermedad, dolor a la movilidad de la articulación MTF del primer dedo secundario a la degeneración de esta. Casi un 32% de los pacientes que presentan HV doloroso pueden presentar dificultad para realizar su actividad diaria (Benvenuti et al., 1995), pudiendo afectar a la marcha (Menz y Lord, 2005; Benvenuti et al., 1995) por desencadenar un mecanismo de defensa a la sintomatología, lo que puede causar un deterioro funcional de los pacientes, afectando al equilibrio (Menz y Lord, 2001) y provocando caídas en pacientes mayores (Menz et al., 2018; Koski et al., 1996).

También puede aparecer un dolor, mayormente durante la bipedestación, en relación a la aparición de hiperqueratosis plantar (Benvenuti et al., 1995) y en la cara

medial del primer metatarsiano y por debajo de las cabezas del resto de metatarsianos laterales, por transferencia de la carga, secundario al desplazamiento medial de la cabeza del primer metatarsiano que le hace insuficiente para soportar la carga del peso, transfiriéndola principalmente al segundo metatarsiano, que comienza a soportar más presión, lo que puede causar dolor, subluxación o luxación de la articulación MTF del segundo metatarsiano. A su vez, los dedos menores son presionados y cambiados de posición por el incremento del valgo del *hallux* dando lugar a la formación de dedos en garra y dedos en martillo (Vanore et al., 2003).

Se han descrito técnicas diagnósticas clínicas del HV, que son sencillas, entre ellas, la medición de la circunferencia del antepié mediante una cinta métrica, o la aplicación directa de un goniómetro (Kilmartin y Barrington., 1991) sobre la primera articulación MTF para valorar la movilidad, pero, la validez de estos métodos se ha visto cuestionada (Nix et al., 2012; Panchbhavi y Trevino, 2004; Resch et al., 1995), así como, limitadas por la variabilidad en la recogida de valores, condicionadas por la habilidad del clínico, o por la presencia de signos inflamatorios (Garrow et al., 2001; Kilmartin y Barrington, 1991). No ha sido así, por el contrario, con el uso de la escala Manchester (Garrow et al., 2001), considerada una herramienta útil desde el punto de vista clínico, de bajo coste, y con resultados fácilmente comparables, que, permite clasificar la gravedad de la deformidad del HV con una alta fiabilidad (Garrow et al., 2001) y validez (Menz y Munteanu, 2005), con respecto a los parámetros radiológicos, la cual permite estratificar el HV donde la realización de radiografía no es rentable o deseable (Menz y Munteanu, 2005). Dicha escala clasifica el HV en 4 grados como ausencia, leve, moderado o severo (Garrow et al., 2001) en relación a la comparación visual de 4 fotografías diseñadas y estandarizadas para valorar el grado de deformidad (Fig. 23). Escala similar a la escala Manchester y con validez, es la basada en 5 fotografías progresivas de la deformidad del HV partiendo de un pie normal, en la que los propios pacientes seleccionan la mejor imagen que se corresponda con su pie (Roddy et al., 2007) (Fig. 24). Ambas escalas se consideran útiles para clasificar la gravedad de la deformidad, sin embargo se consideran limitadas cuando se requiere monitorizar la progresión de la deformidad (Nix et al., 2012).



Fig. 23. Escala Manchester. No deformidad (Grado 1); deformidad leve (Grado 2); deformidad moderada (Grado 3); deformidad severa (Grado 4) (modificado de Garrow et al., 2001)



Fig. 24. Escala de autoselección. El paciente se centra en observar su primer dedo del pie izquierdo, en bipedestación y sin calzado y debe señalar de las figuras de la A a la E la que considere que más se parece al ángulo de su deformidad. El mismo procedimiento para el primer dedo del pie derecho, cuyas figuras correspondientes son de la F a la J (modificado de Roddy et al., 2007)

Nix et al (2012), demostró una alternativa clínica a la medición radiológica del ángulo *hallux valgus* (AHV), económica, no invasiva y con alta fiabilidad, que, al mismo tiempo, solventa la dificultad de otros métodos para detectar el incremento de la progresión de la deformidad. Este método determina 4 puntos visuales en fotografías digitales en la cabeza y base del primer metatarsiano y falange proximal (Fig. 25) que, realizado en condiciones estandarizadas, puede usarse con seguridad para medir el AHV en comparación con el método radiológico.

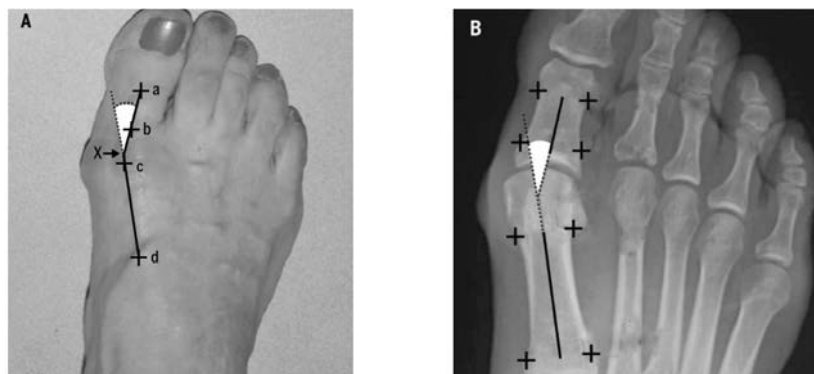


Fig. 25. Puntos de referencia para la medición del AHV en una fotografía digital (A) y en radiografía dorso-plantar (B). (A): las marcas *a* y *b* indican el eje visual de la falange proximal; la *c* representa el centro de la cabeza del primer metatarsiano; y la *d* el eje visual del primer metatarsiano. La *X* marca la intersección de los dos ejes. (B): los puntos de referencia están en la cortical medial y lateral en la zona metafisaria del primer metatarsiano y la falange proximal (tomado de Nix et al., 2012)

Clasificación

Existen diferentes tipos de clasificación del HV. La finalidad de clasificar el HV es facilitar la toma de decisiones y el tipo de tratamiento a realizar.

Actualmente la **clasificación radiológica** del HV en relación con las mediciones realizadas en el plano transversal, tomadas de una radiografía en carga mediante una proyección dorso-plantar del pie, se considera la clasificación más común para la toma de decisiones de tratamiento (Coughlin y Freund, 2001), cuyos parámetros considerados habitualmente como indicadores de la severidad de la deformidad son el AHV y AIM (Deenik et al., 2016; Coughlin et al., 2002) (Fig. 26), fiables (Lee et al., 2012) y fácilmente reproducibles (Hecht y Lin, 2014; Coughlin y Mann, 2011; Van Vo et al., 2004; Condon et al., 2002).

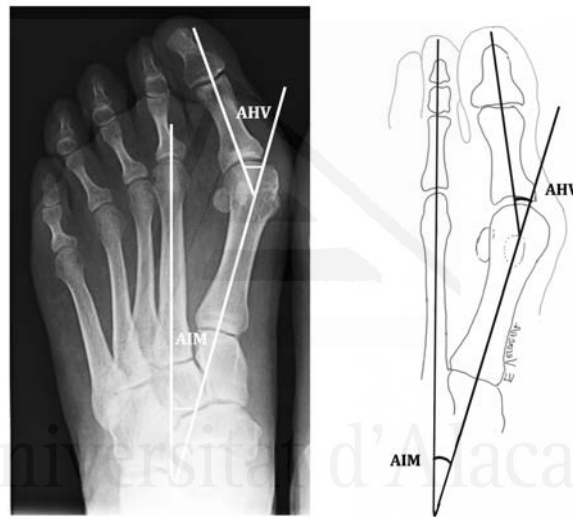


Fig. 26. AIM y AHV en la proyección dorso-plantar del primer metatarsiano (elaboración propia)

Radiológicamente, se clasifica el HV como leve, moderado o severo. Los valores utilizados para definir la deformidad del HV, son discutibles, puesto que, según el autor, se toma uno u otro valor, por lo que estas cifras se consideran como una guía general. Se ha estandarizado la siguiente clasificación, por la mayoría de los autores incluyendo el porcentaje de subluxación del sesamoideo lateral (Hecht y Lin, 2014; Coughlin y Mann, 2011; Condon et al., 2002) (Tabla I):

Tabla I. Clasificación radiológica de HV basada en radiografía AP en carga (Coughlin y Mann, 2011)

	AHV (°)	AIM (°)	Subluxación sesamoideo lateral (%)
Normal	< 15	< 9	—
Leve	< 20	< 11	< 50
Moderado	20-40	11-16	50-75
Severo	> 40	> 16	> 75

Se ha descrito recientemente una nueva clasificación radiológica triplanar, que toma en consideración la deformidad rotacional del primer metatarsiano en la deformidad del HV. Esta clasificación incluye una evaluación radiológica de la alineación del primer metatarsiano en los 3 planos, transversal, sagital y coronal, basadas en radiografías en carga AP, L del pie y axial de los sesamoideos (Hatch et al., 2018) (Tabla II):

Tabla II. Clasificación radiológica triplanar del HV basada en la radiografía AP en carga de pie y axial sesamoideos (Hatch et al., 2018)

	Hallazgos anatómicos	Estado articulación MTF
1	Aumento AHV y AIM No pronación primer metatarsiano Subluxación sesamoideos	No evidencia clínica o radiológica degeneración articular
2A	Aumento AHV y AIM Pronación evidente primer metatarsiano No subluxación sesamoideos	No evidencia clínica o radiológica degeneración articular
2B	Aumento AHV y AIM Pronación evidente primer metatarsiano Subluxación sesamoideos	No evidencia clínica o radiológica degeneración articular
3	Aumento AHV y AIM Ángulo metatarso aducto >20°	No evidencia clínica o radiológica degeneración articular
4	Aumento AHV y AIM con o sin pronación primer metatarsiano	Clínica y/o evidencia radiológica degeneración articular

2.3. CIRUGÍA DEL *HALLUX VALGUS*

2.3.1. INDICACIONES PARA LA CIRUGÍA

El tratamiento del HV se centra en aliviar el dolor y mejorar la función de soporte de carga de la primera articulación MTF (Heineman et al., 2020). Con el comienzo de los síntomas se opta inicialmente por medidas conservadoras (Heineman et al., 2020), entre ellas, el uso de calzado ancho para disminuir la presión sobre la eminencia medial, la utilización de ortesis de silicona así como la modificación del estilo de vida. Todas ellas, proporcionan un alivio de los síntomas (Hecht y Lin, 2014; Coughlin y Mann, 2011). Aunque se ha demostrado que estas técnicas son clínicamente efectivas inicialmente, estas medidas no corrigen la deformidad en el adulto ni tampoco disminuyen la sintomatología a largo plazo (Harb et al., 2015; Karabicak et al., 2015; Torkki et al., 2001). Se consideran como primera opción de tratamiento previo a la valoración de una intervención quirúrgica (Hecht y Lin, 2014), y, como pilar de tratamiento, para los pacientes que presentan hiperelasticidad, laxitud ligamentosa (por el elevado riesgo de recidiva) o alteraciones neurovasculares graves u, otras comorbilidades que les hacen malos candidatos a la cirugía (Coughlin y Mann, 2011). Destacan en la literatura, que los pacientes que acuden por cuestiones cosméticas deberían también incluirse en el procedimiento conservador hasta la aparición de los síntomas, ya que un tercio de los pacientes que no pueden calzarse los zapatos que le gustan tras la intervención quirúrgica, quedan insatisfechos cuando no lo consiguen (Shurnas y Coughlin, 2003).

La indicación del tratamiento quirúrgico de la deformidad del HV, se considera cuando la deformidad aumenta y el dolor, sobre el *bunion* o en la segunda articulación MTF como resultado de la insuficiencia del primer radio, no es controlado con las medidas conservadoras (Wülker y Mittag, 2012; Robinson y Limbers, 2005) limitando la normales actividades de la vida diaria. Con la cirugía, se pretende corregir la deformidad de la primera articulación MTF, a la vez que, disminuir el dolor (Klugarova et al., 2017; Coughlin y Mann, 2011; Torkki et al., 2001).

Debido a la compleja patogénesis y anatomía de la deformidad del HV, se han descrito más de 100 técnicas quirúrgicas en la literatura actual para corregir la deformidad del HV (Heineman et al., 2020; Easley y Trnka, 2007). En general, en base a los problemas de la deformación, las diferentes técnicas incluyen, procedimientos sobre partes blandas,

osteotomías del primer metatarsiano, osteotomía de la falange proximal del primer dedo, artrodesis de la primera articulación MTF y de la primera articulación cuneometatarsiana y artroplastia (Smyth y Aiyer, 2018; Hecht y Lin, 2014), sin diferencias en los resultados al comparar diferentes procedimientos quirúrgicos, no destacando ninguna sobre las otras (Zambelli y Baumfeld, 2020; Jeuken et al., 2016; Deenik et al., 2008; Easley y Trnka, 2007; Saro et al., 2007; Frank et al., 2004; Klosok et al., 1993). Esto indica que no existe un único método de tratamiento o combinado para corregir la deformidad (Arbab et al., 2018) y que la elección de la técnica quirúrgica, sola o combinada, depende principalmente de los parámetros radiológicos (Joseph y Mroczek, 2007), así como de la habilidad y experiencia del cirujano (Wülker y Mittag, 2012). Pero sin embargo, tienen un objetivo común: realinear y equilibrar la primera articulación MTF, restablecer su relación con el complejo sesamoideo, así como, la normal función de soporte de carga sobre el primer radio (Heineman et al., 2020) y, conseguir la corrección de los parámetros radiológicos.

No obstante, se ha establecido un mínimo consenso en el uso de estas técnicas quirúrgicas, con el fin de organizar las diferentes indicaciones quirúrgicas, aunque no hay un algoritmo de tratamiento uniforme y válido en general (Arbab et al., 2018). Está basado en la relación de la superficie articular de la primera articulación MTF (congruente, incongruente o degeneración articular) (Heineman et al., 2020; Coughlin y Mann, 2011) y en el grado de deformidad radiológica del primer radio (Heineman et al., 2020; Hecht y Lin, 2014; Trnka, 2005). En general, la deformidad del HV leve o moderada con una primera articulación del primer MTF congruente, puede ser tratada mediante osteotomías distales de la primera articulación MTF, mientras que las osteotomías diafisarias y proximales, estarían más indicadas para deformidades severas con una articulación incongruente (Heineman et al., 2020; Hecht y Lin, 2014; Wülker y Mittag, 2012; Coughlin y Mann, 2011; Easley y Trnka, 2007), siendo la combinación de algunos procedimientos utilizados habitualmente, para corregir la deformidad (Hecht y Lin, 2014). Ya, cuando existe artrosis significativa del primer radio, bien en la primera articulación MTF bien en la primera articulación cuneometatarsiana, la mayoría de los procedimientos de realineación no se pueden llevar a cabo, estando recomendada la realización de una artrodesis y, en algunos casos específicos, la realización de una prótesis a nivel de la primera articulación MTF en los que está limitada la carga de peso en el pie (Coughlin y Mann, 2011).

2.3.2. PROCEDIMIENTOS MÍNIMAMENTE INVASIVOS

Las diferentes técnicas descritas como cirugía mínimamente invasiva en el tratamiento del HV, a pesar de estar publicadas desde hace años (Polokoff, 1962), se encuentran actualmente en auge en la literatura reciente, ya que pueden proporcionar buenos resultados debido a una recuperación más corta con una menor agresión de partes blandas (Galois, 2018; Brogan et al., 2014; Magnan et al., 2008; Isham, 1991), considerándose como un procedimiento seguro y fiable (Liuni et al., 2020). Estos procedimientos incluyen abordajes mínimos, osteotomías percutáneas y técnicas bajo control con intensificador de imágenes o por técnicas endoscópicas (Maffulli et al., 2011), con osteosíntesis (Redfern et al., 2015; Giannini et al., 2013; Magnan et al., 2008) o sin ella (Bauer et al., 2010) precisando esta última un vendaje corrector sólido que mantenga las correcciones óseas (Bauer et al., 2010; De Prado y Ripoll, 2003).

La osteotomía de Reverdin-Isham (1991) es uno de los procedimientos mínimamente invasivos ampliamente desarrollado en España por De Prado (2003) que, permite, mediante osteotomía percutánea sin fijación, guiada por control fluoroscópico, la traslación de la cabeza del primer metatarsiano consiguiendo la corrección de los ángulos AHV y del ángulo articular metatarsiano distal (DMAA) (Isham, 1991) pero no el AIM, en pacientes con deformidades de HV leves-moderadas (AIM<15°, AHV<30°, con DMAA elevado y una primera articulación MTF congruente) (Severyns et al., 2019; Bauer et al., 2010) con buenos resultados funcionales, clínicos y radiológicos a largo plazo (Severyns et al., 2019). Una de las complicaciones descritas, es el riesgo de hipercorrección del DMAA (Cervi et al., 2014; Bauer et al., 2010), el riesgo de provocar una incongruencia de la primera articulación MTF (Bauer et al., 2010), un acortamiento excesivo del primer metatarsiano probablemente debido al grosor de la fresa (Bia et al., 2018; Shahid et al., 2012) o una recidiva de la deformidad atribuible a una selección inadecuada de los pacientes (Oliva et al., 2009).

2.3.3. TÉCNICAS QUIRÚRGICAS ACTUALES

Los pacientes con HV sometidos a una corrección quirúrgica mediante los diferentes procedimientos descritos en la literatura, mejoran no sólo en cuanto a la calidad de vida y el grado de satisfacción (Klugarova et al., 2017), sino también en cuanto a los resultados funcionales respecto al tratamiento conservador (Saro et al., 2007) a partir de los 6 meses

de seguimiento con una mejoría completa al año de la intervención (Chen et al., 2016; Torkki et al., 2001). A su vez, mejoran los parámetros radiológicos, AHV y AIM que, clásicamente, se utilizan para clasificar la deformidad del HV (Castioni et al., 2019; Bellaaj et al., 2018; Şaylı et al., 2018).

Sin embargo, las diferentes técnicas no están exentas de complicaciones pudiendo presentarse de forma temprana o tardía (Heineman et al., 2020). La recidiva de la deformidad del HV previa a la cirugía, una excesiva corrección (*hallux varus*), la mala consolidación o pseudoartrosis de la osteotomía o artrodesis, la presencia de necrosis avascular de la cabeza del primer metatarsiano, hematoma, fracaso del material de osteosíntesis o dolor persistente, son algunas de las complicaciones posibles descritas en la literatura (Coughlin y Mann, 2011).

Procedimientos sobre partes blandas distales

El procedimiento sobre partes blandas distales, se considera actualmente un efectivo e importante procedimiento quirúrgico coadyuvante a la osteotomía (Smyth y Aiyer, 2018; Schneider, 2013), con buenos resultados (Grle et al., 2017; Deenik et al., 2008), que favorece la realineación de la falange proximal con respecto a la cabeza del primer metatarsiano y la reducción de la cabeza del primer metatarsiano en el complejo sesamoideo al restaurar el equilibrio capsular, ligamentoso y tendinoso alrededor de la primera articulación MTF mediante la resección de la eminencia medial, la plicatura de la cápsula medial y la liberación de las estructuras laterales contracturadas (procedimiento **Mc Bride modificado** (1928)), entre ellas el tendón aductor del *hallux*, la cápsula lateral, el ligamento suspensorio del sesamoideo lateral y el ligamento transversal intermetatarsiano (Schneider, 2013; Coughlin y Mann, 2011) (Fig. 27). Procedimiento que, de forma aislada, es ineficaz pudiendo aumentar el AHV y el AIM a los 5 años de la intervención provocando la insatisfacción de los pacientes (Kitaoka et al., 1991) en deformidades con $AIM > 11^{\circ}$ que asocian un déficit de movilidad de la primera articulación cuneometatarsiana que permita la reducción del AIM. Por tanto, el procedimiento sobre partes blandas, entendido este como aislado, solo se puede considerar en las deformidades muy leves que presentan una articulación del primer MTF incongruente con $AHV < 30^{\circ}$ y un normal AIM ($< 9^{\circ}$) o un $AIM < 11^{\circ}$ en presencia de una movilidad suficiente en la articulación cuneometatarsiana (Coughlin y Mann, 2011).

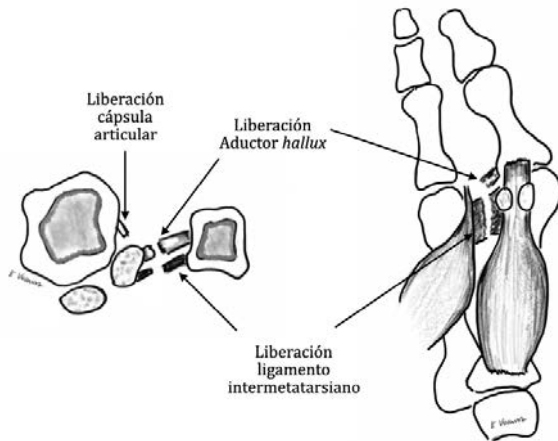


Fig. 27. Esquema liberación de partes blandas distales (elaboración propia)

Artroplastias

Hoy en día, se reserva para los pacientes de edad avanzada con muy baja demanda funcional en ausencia de metatarsalgia, la técnica quirúrgica de **artroplastia de resección Keller-Brandes** (Brandes, 1929; Keller, 1904) (Fig. 28), cuyo principio está basado en la resección de la base de la falange proximal del *hallux*, consiguiendo resultados satisfactorios, en este grupo de pacientes, cuando la deformidad del HV no supera un $AHV > 30^{\circ}$ (Coughlin y Mann, 2011) y un $AIM > 14^{\circ}$ (Coull y Stephens, 2002) en presencia de artrosis degenerativa de la primera articulación MTF. Su indicación está limitada, consecuencia del excesivo acortamiento que provoca del primer metatarsiano, dando lugar a una elevada tasa de complicaciones por la pérdida de control y función del *hallux*, al disminuir el impulso y el déficit de apoyo del primer radio transfiriendo la carga al resto de metatarsianos, y al disminuir la fuerza de flexión plantar del *hallux* (Galois, 2018; Coughlin y Mann, 2011; Coull y Stephens, 2002; Vallier et al., 1991), por lo que debe evitarse en pacientes con alta demanda funcional y una primera articulación MTF sana.



Fig. 28. Artroplastia de resección Keller-Brandes (elaboración propia)

Similar a la artroplastia de resección de Keller-Brandes, se han descrito procedimientos quirúrgicos que combinan la osteotomía de la base de la falange proximal del *hallux* con **interposición de autoinjerto o material bioreabsorbible** (sin existir un método mejor que otro (Patel et al., 2019)) con la finalidad de dar un soporte temporal de

la primera articulación MTF y conservar la movilidad, al mismo tiempo que estabiliza el varo-valgo y mantiene la longitud del primer metatarsiano (Partio et al., 2019). Con ello, se han obtenido resultados favorables (Watson et al., 2019) a largo plazo (Partio et al., 2019), con la ventaja de carecer de riesgo de pseudoartrosis, así como la ventaja de mantener la movilidad articular. Pero por el contrario, presentan complicaciones como la metatarsalgia de transferencia causada por el acortamiento del primer metatarsiano o una debilidad en la flexión plantar del *hallux* (Partio et al., 2019). A pesar de ello, algunos autores la consideran una alternativa para conservar el movimiento de la primera articulación MTF en pacientes con deformidad del HV que asocian degeneración articular, reservando la artrodesis para un procedimiento posterior (Partio et al., 2019).

Se ha descrito el uso de **prótesis de la primera articulación MTF** que podría considerarse en pacientes muy seleccionados, los cuales no precisan de una carga excesiva en el primer radio, estando contraindicadas en pacientes activos y deportistas (Coughlin y Mann, 2011) (Fig. 29). Aunque se han registrado resultados aceptables a corto plazo (Pulavarti et al., 2005) existe una inaceptable tasa de revisión consecuencia del fracaso mecánico y del aflojamiento del implante, por lo que actualmente son poco utilizadas (Galois, 2018; Fraissler et al., 2016). Sin embargo, hay estudios, con resultados clínicos satisfactorios, que la consideran en pacientes con deformidad del HV que asocian Artritis Reumatoide combinada con una osteotomía en cuña abierta de la base para corregir la deformidad en varo del primer metatarsiano y una reconstrucción de la primera articulación MTF mediante la implantación de una prótesis, a pesar de que las indicaciones para este grupo de pacientes es la artroplastia de resección del *hallux* o la artrodesis de la primera articulación MTF (Shi et al., 2007).

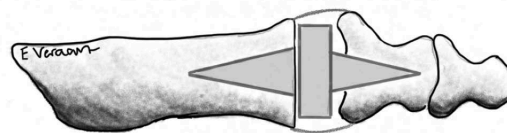


Fig. 29. Esquema de prótesis de la primera articulación MTF (elaboración propia)

Artrodesis del primer radio

Artrodesis MTF de la primera articulación

En presencia de artrosis degenerativa en la primera articulación MTF asociado a una deformidad del HV muy severa con AHV $>50^{\circ}$ en pacientes con elevada demanda funcional se ha considerado, como procedimiento quirúrgico inicial, la realización de una

artrodesis de la primera articulación MTF (Fig. 30), ampliándose su indicación a los que presentan tal deformidad sin degeneración articular, Artritis Reumatoide, o bien, como procedimiento de rescate tras recidiva del HV (Galois, 2018; Fraissler et al., 2016; Coughlin y Mann, 2011; Grimes y Coughlin, 2006; Coughlin et al., 2005; Coull y Stephens, 2002). Este procedimiento pretende transformar una articulación dolorosa y rígida en estable, sin dolor y fusionada (Galois, 2018) conservando la longitud del primer metatarsiano y la estabilidad del primer radio permitiendo la transmisión de cargas a través del mismo (Coughlin y Mann, 2011), dando muy buenos resultados funcionales (Galois, 2018; Ellington et al., 2010; Wassink y van den Oever, 2009; Coughlin et al., 2005) a largo plazo (Brewster, 2010) con una alta tasa de consolidación (Bennett et al., 2005), así como resultados satisfactorios claros en la corrección del AHV pero no tanto en la corrección del AIM, ya que diversos estudios han demostrado que la artrodesis aislada de la primera articulación MTF puede corregir un AIM muy elevado sin necesidad de osteotomías asociadas (McKean et al., 2016; Dayton et al., 2014), sin embargo también hay evidencia de que para corregir el AIM hay que considerar la adición de una osteotomía proximal (Rippstein et al., 2012).

Existen diferentes métodos de fijación de la artrodesis, incluyendo agujas o tornillos cruzados o paralelos, placas no bloqueadas o bloqueadas o combinación de técnicas de fijación (Mahadevan et al., 2015; Hunt et al., 2012; Kumar et al., 2010; Goucher y Coughlin, 2006; Brodsky et al., 2005), que, comparadas entre ellas, no se han registrado diferencias en el resultado satisfactorio de los pacientes, así como en la tasa de complicaciones (Claassen et al., 2017; Mahadevan et al., 2015).

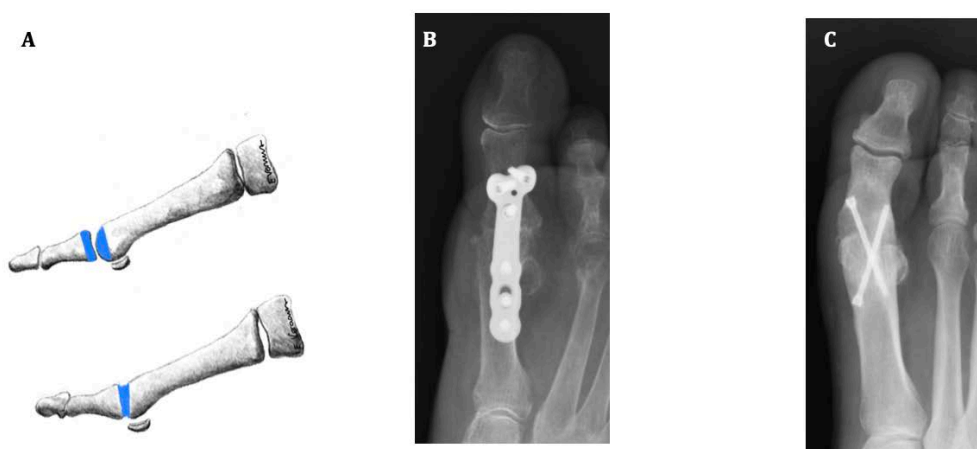


Fig. 30. Artrodesis MTF de la primera articulación. (A) Esquema de la resección. Control radiológico de una artrodesis MTF con placa (B) y con tornillos (C) (elaboración propia)

Sin embargo a pesar de considerarse como procedimiento estándar en el grupo de pacientes con degeneración articular de la primera MTF, se han descrito complicaciones relacionadas con la inadecuada posición de la artrodesis, fracaso de la fijación, pseudoartrosis, defecto en la consolidación, metatarsalgia de transferencia o incluso con la progresión radiológica de artrosis degenerativa en la articulación IF (Coughlin et al., 2005; Yu y Gorby, 2004; Politi et al., 2003)

La artrodesis asistida por artroscopia con fijación percutánea guiada mediante el fluoroscopio se ha descrito en la literatura en la últimas décadas, siendo este procedimiento técnicamente muy demandante y con una curva de aprendizaje elevada (Lui, 2017; Bauer et al., 2010). No obstante, aunque se requiere de más estudios, los resultados obtenidos son favorables, considerándose como una técnica prometedora con resultados comparables a la técnica quirúrgica abierta en cuanto a resultados clínicos, radiológicos y complicaciones (Hodel et al., 2020).

Artrodesis cuneometatarsiana

En presencia de una deformidad del HV severa (AHV al menos de 30° y AIM $>16^{\circ}$) (Coughlin y Mann, 2011) que asocia una hipermovilidad, una excesiva inclinación o bien una artrosis degenerativa de la primera articulación cuneometatarsiana, así como una rigidez de la misma que no permita la corrección del AIM (Baravarian y Ben-Ad, 2014), se debe considerar, como opción de tratamiento quirúrgico, una artrodesis cuneometatarsiana en combinación con un procedimiento sobre las partes blandas distales (Fraissler et al., 2016; Coughlin y Mann, 2011; Coughlin, 1996) (Fig. 31). El procedimiento Lapidus modificado (Schmid y Krause, 2014) es la técnica que más se utiliza actualmente (Galois, 2018; Fraissler et al., 2016), consistente en una fusión aislada de la primera articulación cuneometatarsiana con una osteotomía en cuña de base lateral y plantar de la cuña medial, en contraste con la inicialmente descrita (Lapidus, 1934) que añade la artrodesis de la base del primer y segundo metatarsiano.

Se han descrito en la literatura diferentes métodos de fijación de la artrodesis, entre los que destacan los tornillos interfragmentarios, la fijación con placa y la combinación de tornillo y placa (Fraissler et al., 2016; Willegger et al., 2015; Schmid y Krause, 2014; Cottom y Vora, 2013), siendo la más recomendada la combinación de placa con tornillo para algunos autores (Harrison y Walker, 2016; Willegger et al., 2015) mientras que, para

otros, es la fijación con tornillos cruzados (Schmid y Krause, 2014), con buenos resultados clínicos con las diferentes técnicas de fijación (Klos et al., 2010).

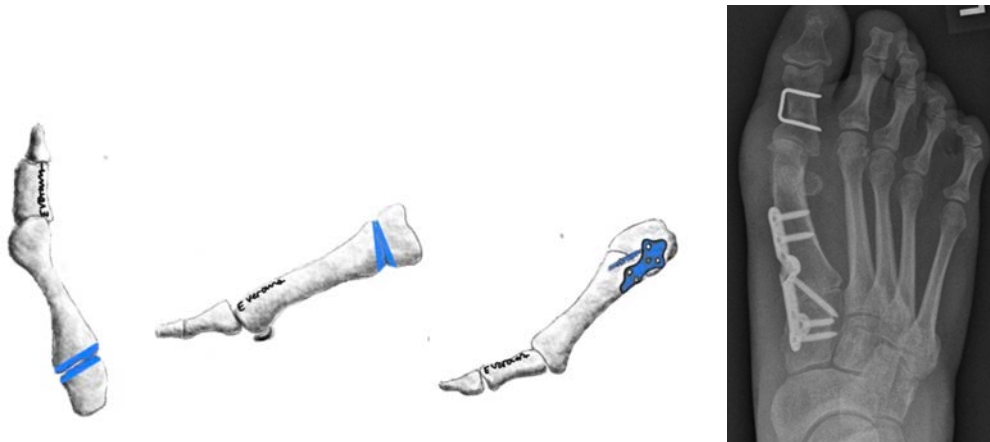


Fig. 31. Arthrodesis cuneometatarsiana del primer radio. (A) Esquema de la resección y artrodesis (elaboración propia). (B) Control radiológico (tomado de Harrison y Walker, 2016)

Su exigente técnica quirúrgica, hace que este procedimiento sea propenso a complicaciones (Smyth y Aiyer, 2018; Willegger et al., 2015), siendo las más temidas, la pseudoartrosis (Schmid y Krause, 2014; Patel et al., 2004) y el acortamiento del primer radio (Baravarian y Ben-Ad, 2014; Coetzee y Wickum, 2004; Coetzee et al., 2003). Sin embargo, con una técnica quirúrgica adecuada, se ha demostrado un elevado poder de corrección y estabilidad del primer radio (Galli et al., 2015; Willegger et al., 2015) con buenos resultados en la corrección radiológica con altas tasas de satisfacción y mejora significativa en los resultados funcionales con el procedimiento de Lapidus modificado (Moerenhout et al., 2019; Willegger et al., 2015; Faber et al., 2013).

Osteotomías de la falange proximal del *hallux*

Generalmente la osteotomía de la falange proximal del *hallux*, **osteotomía de varización de Akin** (1925) (Fig. 32), se considera insuficiente para corregir la deformidad del HV. Se realiza como procedimiento que complementa a otros gestos quirúrgicos en el primer metatarsiano que no han conseguido una buena corrección (Kaufmann et al., 2019; Fraissler et al., 2016; Coughlin y Jones, 2007; Coull y Stephens, 2002; Baxter, 1991), basada en una osteotomía incompleta de cierre de base medial de la falange proximal, que permite corregir la deformidad en valgo $>10^{\circ}$ entre la falange proximal y distal (Martinelli et al., 2018; Fraissler et al., 2016; Plattner y Van Manen, 1990) o, el desplazamiento en valgo $>10^{\circ}$ de la diáfisis de la falange proximal con respecto

a una superficie articular MTF congruente (Fraissler et al., 2016; Coughlin y Mann, 2011; Coull y Stephens, 2002), así como conseguir una desrotación de un primer dedo pronado (Roukis, 2004) o el acortamiento de una falange proximal larga (Roukis, 2004; Hodor y Hess, 1995). Se han descrito diferentes modificaciones de la osteotomía de Akin (Galois, 2018), así como distintos métodos de fijación (Galois, 2018; Fraissler et al., 2016; Neumann et al., 2015; Larholt y Kilmartin, 2010; Easley y Trnka, 2007), entre los que destaca y es preferido por los autores, la grapa, siendo este sistema seguro y efectivo con un menor riesgo de complicaciones (Galois, 2018; Fraissler et al., 2016; Neumann et al., 2015).

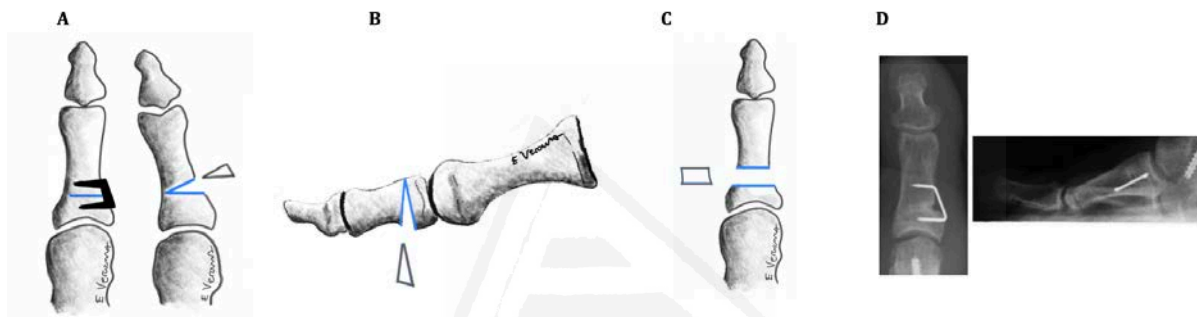


Fig. 32. Osteotomía Akin. (A) Varización. (B) Desrotación. (C) Acortamiento (D) Control radiológico en la proyección AP y L. (Elaboración propia)

Osteotomías proximales del primer metatarsiano

Las osteotomías proximales del primer metatarsiano permiten una mayor traslación del mismo con un potencial de corrección del AIM, al proporcionar un brazo de palanca más largo (Galois, 2018; Wülker y Mittag, 2012; Robinson y Limbers, 2005). Se consideran eficaces para corregir grandes deformidades de HV a expensas de un significativo aumento del AIM ($AIM > 15^\circ$) (Galois, 2018) asociado a una primera articulación cuneometatarsiana estable, con o sin incongruencia de la primera articulación MTF (Thomas y Jordan, 2017) y con un DMAA correcto. Se han descrito diferentes osteotomías proximales, de **cuña abierta o cerrada** (Mainard et al., 2007), en **media luna** (Mann et al., 1992) o, tipo **chevron** (Sammarco y Russo-Alesi, 1998) (Fig. 33) con diferentes métodos de fijación, cuyo procedimiento, común en todas ellas es, una osteotomía proximal metafisodiafisaria en combinación con una liberación de partes blandas distales en la primera articulación MTF (Thomas y Jordan, 2017; Mann et al., 1992; Thordarson y Leventen, 1992), y, dependiendo del grado de alteración del DMAA de la primera

articulación MTF añadir una osteotomía biplanar distal para rotar la cabeza medialmente, debido a que ninguna osteotomía proximal puede corregir el DMAA (Thomas y Jordan, 2017; Siekmann et al., 2014; Coughlin y Carlson, 1999).

Su principal ventaja es que permiten corregir AIM muy elevados y que permite, en el caso de la osteotomía proximal de media luna por su diseño rotacional, la corrección multiplanar del HV (Zettl et al., 2000; Lippert y Mcdermott, 1991). Por el contrario, el alto potencial de corrección incluye el riesgo de sobrecorrección así como el riesgo de una alteración del DMAA (Galois, 2018; Thomas y Jordan, 2017). Una de sus principales desventajas está relacionada con una consolidación defectuosa secundario a la inestabilidad inherente de la osteotomía que provoca el desplazamiento dorsal de la cabeza del primer metatarsiano (principalmente en las osteotomías proximales de cuña cerrada y de media luna, no siendo así en la osteotomía de chevron proximal intrínsecamente más estable en la dorsiflexión) conduciendo a una alteración de la carga del primer radio y por tanto a una metatarsalgia de transferencia (Acevedo et al., 2002; Zembsch et al., 1998; Easley et al., 1996;), así como también conducen a una metatarsalgia, la osteotomía proximal que acorte el primer metatarsiano (en la osteotomía proximal de cuña cerrada) (Galois, 2018; Zembsch y Trnka., 2000; Zembsch et al., 1998;). Sin embargo, tales como la osteotomía de cuña abierta, pueden preservar o aumentar la longitud del primer metatarsiano, a su vez precisan de injerto para abrir la osteotomía, así como una fijación más compleja conduciendo a un aumento de presión en la primera articulación MTF y a un riesgo de falta de consolidación y de osteointegración del injerto, respectivamente (Iyer et al., 2015; Robinson y Limbers, 2005).

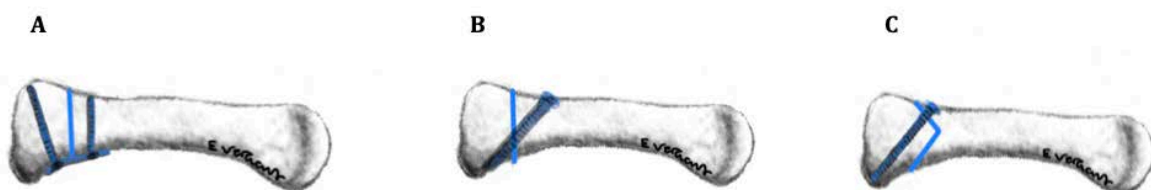


Fig. 33. Diferentes osteotomías proximales. (A) Cuña de cierre. (B) Crescent o media luna. (C) Chevron proximal. (Elaboración propia)

Osteotomías distales del primer metatarsiano

En general, las osteotomías distales del primer metatarsiano se reservan para las deformidades leves ($AHV < 20^\circ$ y $AIM < 11^\circ$) y para los grados más leves de la deformidad moderada (Heineman et al., 2020; Coughlin y Mann, 2011) (hasta $AIM 15^\circ$ (Fraissler et al.,

2016)), donde la movilidad de la primera articulación MTF está conservada y la deformidad del HV es flexible (Wülker y Mittag, 2012).

Desde que se describió por primera vez la primera osteotomía distal del primer metatarsiano en 1881 por Reverdin (1881), se han descrito multitud de osteotomías distales (**Mitchell** (1958), **Kramer** (1990), **Bösch et al** (2000), **Magnann, Vitek**, chevron (Austin 1981)...), todas ellas con el objetivo de corregir el AIM, el AHV (Coull y Stephens, 2002) y el DMAA (Galois, 2018) sin acortar o limitar la dorsiflexión del primer radio (Coull y Stephens, 2002), pero sin embargo, no ha sido logrado por todas las distintas técnicas (Mitchell, 1958).

De entre todas, la más utilizada actualmente (Heineman et al., 2020), que provoca un acortamiento mínimo y es intrínsecamente estable en la dorsiflexión MTF (Fraissler et al., 2016; Martínez Giménez et al., 2006; Robinson y Limbers, 2005; Coull y Stephens, 2002), es la **osteotomía de Austin o chevron** (Austin, 1981) (Fig. 34-A) basada en una osteotomía simétrica en forma de V que desplaza lateralmente la cabeza del primer metatarsiano corrigiendo así el AIM, en presencia de una primera articulación MTF congruente y un DMAA < 15° (Coughlin Mann, 2011). Dada la estabilidad de la osteotomía, su fijación no es considerada necesaria por todos los autores, aunque algunos abogan por la fijación interna con tornillo para prevenir la consolidación defectuosa o la pseudoartrosis (Fraissler et al., 2016; Wülker y Mittag, 2012). Con la osteotomía de chevron, se han obtenido resultados seguros y efectivos tanto clínicos como radiológicos (Deenik et al., 2008; Easley y Trnka, 2007; Schneider et al., 2004; Trnka et al., 1996), sin embargo una de las complicaciones temidas de esta técnica, es la osteonecrosis de la cabeza del primer metatarsiano (Fraissler et al., 2016; Easley y Trnka, 2007; Klosok et al., 1993).

Desde la descripción inicial de la osteotomía de chevron, se han descrito diferentes modificaciones. Al realizar una osteotomía distal más larga en forma de L invertida (**chevron modificado**) (Fraissler et al., 2016; Helmy et al., 2009) (Fig. 34-B) se trata de disminuir el riesgo de necrosis de la cabeza del primer metatarsiano (Helmy et al., 2009; Trnka et al., 1997), así como minimizar la pérdida de corrección y la recidiva en deformidades más moderadas (Donnelly et al., 1994) proporcionando resultados clínicos y radiológicos fiables (Helmy et al., 2009) y, permitiendo forzar la indicación a deformidades más moderadas. Una osteotomía en cuña de cierre con base medial, adicional a la osteotomía en V (**osteotomía biplanar de chevron** (Nery et al., 2002) (Fig.

34-C)) permite la rotación medial de la cabeza del primer metatarsiano en los HV que asocian un DMAA aumentado (Fraissler et al., 2016; Coughlin y Mann, 2011; Nery et al., 2002) o, el uso de una **doble osteotomía chevron rotacional**, muy recientemente publicada, con extracción de una cuña medial del fragmento plantar de la osteotomía en los casos de HV con deformidad leve asociada a una pronación del primer metatarsiano (Prado et al., 2020), tratan de mejorar los diferentes planos de deformidad del HV. El uso de distintas alternativas como método de fijación (Coughlin y Mann, 2011; Crosby y Bozarth, 1998) intentan mejorar la estabilidad. La combinación de una osteotomía de cuña de cierre medial de la falange proximal del *hallux* mejoran la corrección, alineación y pronación del *hallux* en una deformidad que asocia un HV interfalángico (Coughlin y Mann, 2011; Tollison y Baxter, 1997; Mitchell y Baxter, 1991).

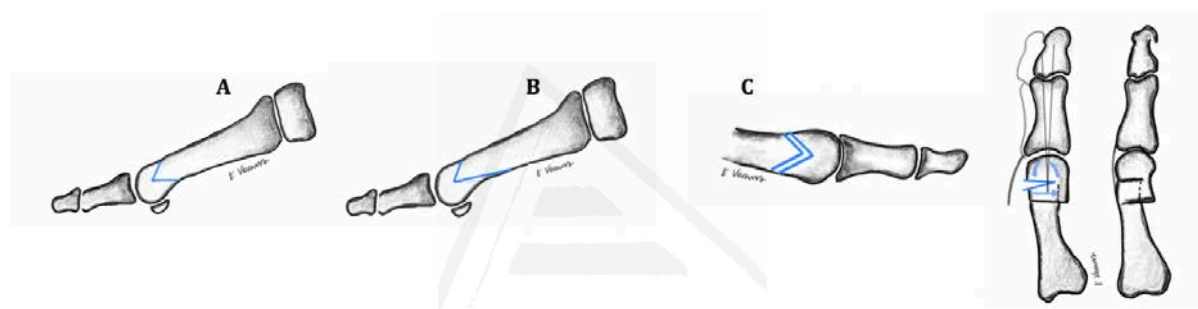


Fig. 34. (A) Osteotomía distal de Austin-Chevron. (B) Osteotomía distal de chevron modificado. (C) Osteotomía biplanar en chevron. (Elaboración propia)

Las osteotomías distales se han combinado con un adecuado balance de partes blandas, con un retensado de la cápsula medial, y una liberación lateral capsuloligamentosa, si bien no hay consenso sobre la realización de la liberación lateral. Estudios demuestran que una liberación lateral asociada a una osteotomía de chevron, permiten una mejor corrección de las deformidades y una correcta posición de los sesamoideos (Grle et al., 2017; Trnka et al., 1997), siendo un gesto quirúrgico seguro sin empeorar la vascularización de la cabeza del primer metatarsiano (Schneider et al., 2004; Trnka et al., 2000). Sin embargo para otros, esta liberación lateral puede incrementar el riesgo de osteonecrosis de la cabeza del primer metatarsiano (Wülker y Mittag, 2012; Granberry y Hickey, 1995; Peterson et al., 1994), desaconsejando su uso (Coull y Stephens, 2002).

Osteotomías diafisarias del primer metatarsiano

Las osteotomías diafisarias del primer metatarsiano tienen su indicación entre, la limitación de la osteotomía distal para trasladar AIM mayores de $13-14^{\circ}$ y, la inestabilidad inherente de las osteotomías proximales por el aumento de fuerzas en el lugar de la osteotomía (Sammarco, 2007; Kristen et al., 2002). Se recomiendan, en la literatura, para deformidades del HV con AIM entre 14 y 20° (Kristen et al., 2002). Inicialmente se utilizó la **osteotomía de Ludloff** (1918) (Fig. 35-A) sin osteosíntesis, de corte oblicuo largo, de dorsal-proximal a plantar-distal sobre la diáfisis del primer metatarsiano corrigiendo el varo del primer metatarsiano por traslación lateral y rotación del fragmento distal de la osteotomía. Por su diseño inestable, provocando acortamiento y elevación del primer metatarsiano, a partir de ella, se han ido realizando modificaciones, añadiendo fijación con tornillos (Cisar, 1983), corte con angulación añadida con respecto al eje diafisario del primer metatarsiano (Beischer et al., 2005; Chiodo et al., 2004), o, una osteotomía oblicua de trazo inverso a la osteotomía de Ludloff, en dirección plantar-proximal a dorsal-distal proporcionando cierta estabilidad intrínseca (**osteotomía de Mau** (Mau, 1926) (Fig. 35-B)) cuya estabilidad aumenta con un segundo corte metafisario plantar (Sammarco, 2007). Con estas modificaciones se observó una mejoría de la corrección radiológica así como satisfacción de los pacientes (Smyth y Aiyer., 2018; Choi et al., 2009; Hofstaetter et al., 2006; Petroutsas y Trnka, 2005; Chiodo et al., 2004).

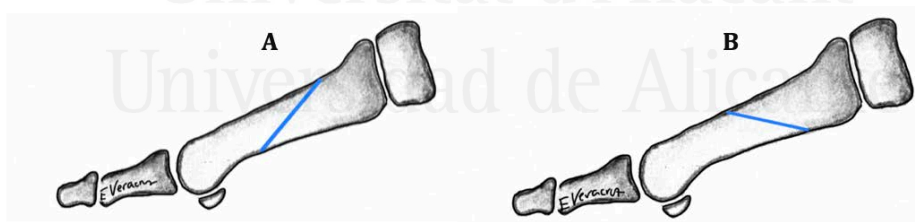


Fig. 35. (A) Osteotomía diafisaria de Ludloff. (B) Osteotomía diafisaria de Mau. (Elaboración propia)

Osteotomía en scarf

De entre todas las osteotomías diafisarias, la más ampliamente establecida para la corrección quirúrgica de la deformidad multiplanar del HV moderado a severo con un $AHV < 40^{\circ}$ y AIM hasta 20° en presencia de una adecuada reserva ósea (Fraissler et al., 2016; Coughlin y Mann, 2011; Kristen et al., 2002), no siendo recomendada en pacientes con osteoporosis severa (Trnka et al., 2000), es la **osteotomía en scarf** (Barouk, 2000).

El término *scarf*, por su similitud a un relámpago, se conoce como «Rayo de Júpiter» o «Zeus» (Júpiter, nombre romano del dios griego Zeus). Es una técnica utilizada en carpintería para unir dos vigas de madera y proporcionar una superficie de apoyo más larga. Burutaran (1976), inicialmente, aplicó en el primer metatarsiano una técnica similar a la realizada por los carpinteros, describiendo la osteotomía como un ensamblaje que cruza en diagonal el eje del primer metatarsiano, permitiendo modificar el varo y la longitud del primer metatarsiano. Años después, esta técnica fue desarrollada por Weil en 1984 (Weil, 2000), quien le dio el nombre de osteotomía en *scarf* (Barouk, 2000), modificó los cortes e incrementó la longitud de la osteotomía realizando el primer estudio de seguimiento clínico a largo plazo. Posteriormente Barouk (1991, 2000) en Europa y Maceira en España (Viladot y Viladot, 2009) la retomaron y la popularizaron profundizando en los desplazamientos de la osteotomía y en el diseño de la fijación interna de la misma (Fig. 36).



Fig. 36. *Scarf*. Corte en forma de «Rayo de Júpiter» empleado en carpintería y en el primer metatarsiano (tomado de Barouk, 2000).

Se trata de una triple osteotomía muy versátil, que, por su diseño en forma de Z, la longitud de la osteotomía y la variabilidad en la orientación de los cortes, hace que: mejore la deformidad del HV en los diferentes planos (Kristen et al., 2002; Barouk, 2000); que sea estable con el uso de fijación interna (Robinson y Limbers, 2005) favoreciendo una mejora en la consolidación (Galois, 2018), a la vez que; preserva la vascularización de la cabeza del primer metatarsiano disminuyendo el riesgo de necrosis avascular (Fig. 37).

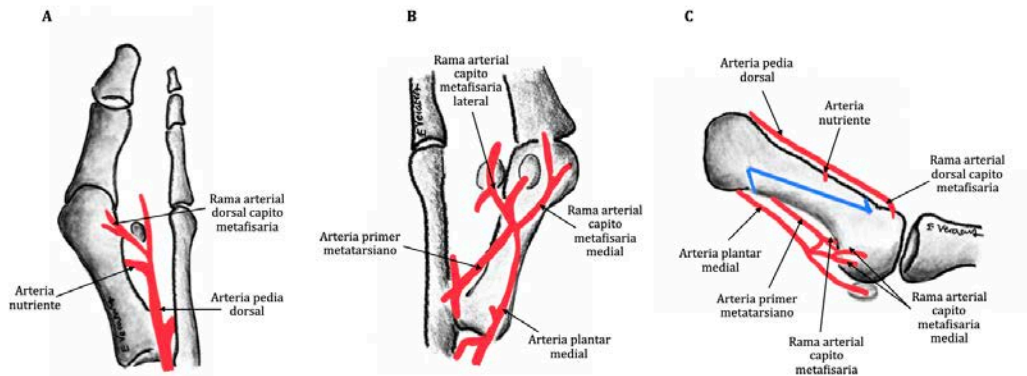


Fig. 37. Vascularización distal primer metatarsiano. (A) Cara dorsal. (B) Cara plantar. (C) Preservación de la vascularización dorsal y plantar de la cabeza del primer metatarsiano en relación con la osteotomía en *scarf* (Barouk 2000; Molloy y Widnall 2014). (Elaboración propia)

Se ha considerado como una de sus principales ventajas con respecto a otras, su gran versatilidad, su potencial temprana recuperación en la conservación de la movilidad de la articulación MTF y su fiabilidad a largo plazo (Molloy y Widnall, 2014).

La mayoría de los autores recomiendan la osteotomía en *scarf* combinada con un procedimiento sobre partes blandas distales, así como la posibilidad de asociar una osteotomía de Akin en la falange proximal, considerándolo como un procedimiento seguro y efectivo para el tratamiento del HV (Jones et al., 2004; Smith et al., 2003; Kristen et al., 2002; Crevoisier et al., 2001; Weil, 2000). Con la osteotomía en *scarf*, se ha obtenido una mejora de los resultados clínicos y funcionales, así como una corrección significativa de las mediciones radiológicas, registrando un elevado grado de satisfacción entre los pacientes (Law et al., 2020; Castioni et al., 2019; Bellaaj et al., 2018; O'Briain et al., 2012).

Partiendo de la técnica difundida en Europa por Barouk (2000) con posteriores modificaciones de la misma (Coetzee y Rippstein, 2007), el procedimiento en *scarf* consiste en una osteotomía longitudinal en el eje diafisario del primer metatarsiano, que se prolonga con dos cortes transversales, uno dorsal-distal y otro, plantar-proximal, generando dos fragmentos, uno dorsal-proximal y otro plantar-distal, que se superponen entre sí. Dependiendo de la longitud de la osteotomía longitudinal y, la variación en la orientación de los tres cortes que la constituyen, se consiguen diferentes modificaciones de la posición de los fragmentos de la misma osteotomía en *scarf*, que permiten, trasladar la cabeza del primer metatarsiano medial-lateral (plano sagital) y dorsal-plantar (plano coronal), rotarla, así como, acortar o alargar la longitud del primer metatarsiano, en función de la deformidad del HV que se pretenda corregir.

Se realiza primeramente un corte longitudinal que comienza en la cabeza del primer metatarsiano, a unos 5 mm aproximadamente de la articulación y situado en profundidad a 2-3 mm de la cortical dorsal (Barouk, 2000) para evitar el fenómeno de acanalamiento (Coetzee, 2003), dirigida proximalmente, con una longitud de corte, mayor o menor, dependiendo de la cantidad de traslación y grado de deformidad del AIM que se pretenda corregir (Galois, 2018; Molloy y Widnall, 2014) y cuyo límite estará también situado a 2-3 mm de la cortical plantar (Barouk, 2000) (Fig. 38).

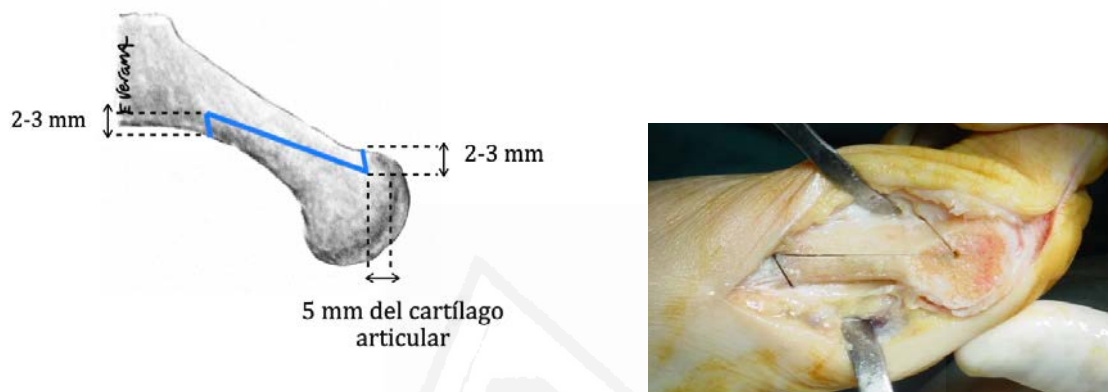


Fig. 38. Osteotomía en *scarf* (elaboración propia)

Dicho corte longitudinal podrá ser paralelo al plano de carga, consiguiendo un desplazamiento puramente traslacional (Coughlin y Mann, 2011; Coetzee y Rippstein, 2007) o, levemente oblicuo con unos 15° de inclinación dorsal-medial a plantar-lateral, permitiendo bajar la cabeza del primer metatarsiano a la vez que aumentar la solidez del fragmento dorsal (Galois, 2018; Coetzee y Rippstein, 2007; Barouk, 2000) (Fig. 39 y 40).

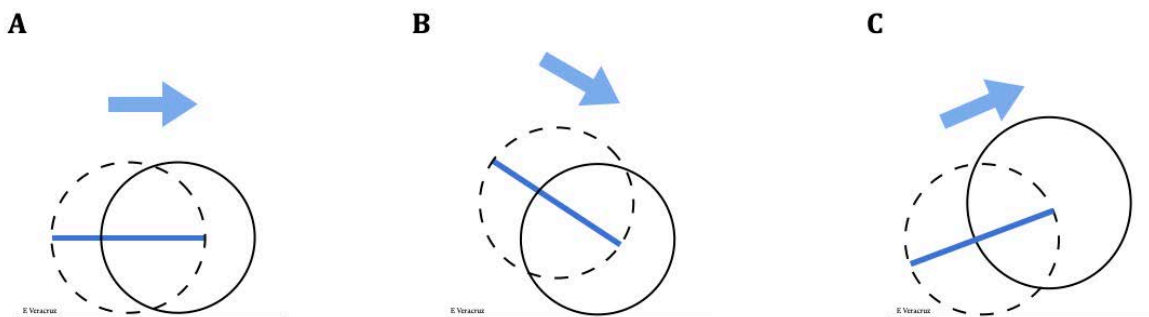


Fig. 39. Esquema de la versatilidad del corte longitudinal osteotomía en *scarf*. (A) Traslación pura. (B) Traslación y descenso. (C) Traslación y ascenso. (Elaboración propia)

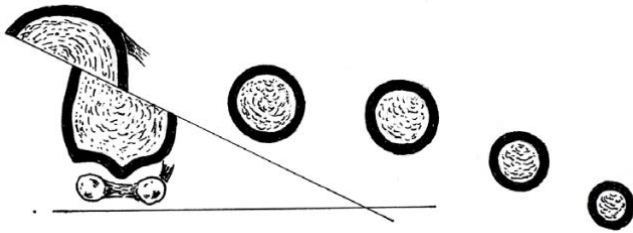


Fig. 40. Ejemplo de osteotomía en *scarf* respecto al resto de metatarsianos (tomado de Suresh, 2007)

Para completar la osteotomía se añaden al corte longitudinal, dos cortes transversales, el primero, distal y dorsal y el segundo, proximal y plantar siendo este último en el extremo proximal del corte longitudinal. Dichos cortes han de ser estrictamente paralelos entre sí para que se puedan llevar a cabo las modificaciones deseadas. Con un primer corte transversal paralelo al cartílago de la cabeza del primer metatarsiano, lo que se pretende conseguir es un desplazamiento del primer metatarsiano puramente traslacional y conservar la longitud del primer metatarsiano (Easley y Trnka, 2007). Si el objetivo es modificar la longitud del primer metatarsiano, el corte transversal es orientado en el plano horizontal de medial-proximal a distal-lateral con un ángulo que permita la traslación distal para alargar la longitud y por el contrario, dichos cortes transversales se orientarán con una inclinación de medial-distal a lateral-proximal cuando el objetivo es un acortamiento de la longitud, o bien, para este último se puede realizar una resección ósea proximal y distal siendo ambas del mismo tamaño (Coughlin y Mann, 2011; Coetzee y Rippstein, 2007; Barouk, 2000) (Fig. 41).

Con la osteotomía en *scarf* finalizada, el fragmento más distal y móvil es desplazado lateralmente para disminuir el AIM, cuya máxima traslación recomendada por los autores es aproximadamente dos tercios del diámetro de la diáfisis la cual permite el contacto entre corticales (Molloy y Widnall, 2014; Barouk, 2000). A la vez que se desplaza lateralmente el fragmento distal, se puede asociar bien, una rotación medial de dicho fragmento (Kristen et al., 2002; Nyska, 2001) bien, el desplazamiento lateral de la parte más proximal de la osteotomía (Trnka y Bock, 2017; O'Briain et al., 2012; Barouk, 2000) o bien realizar una cuña de base medial en la cortical dorsal llevando en varo la superficie articular (Molloy y Widnall, 2014) para corregir la orientación de un DMAA alterado y mejorar la orientación de la primera articulación (Kristen et al., 2002; Nyska, 2001) (Fig. 42).

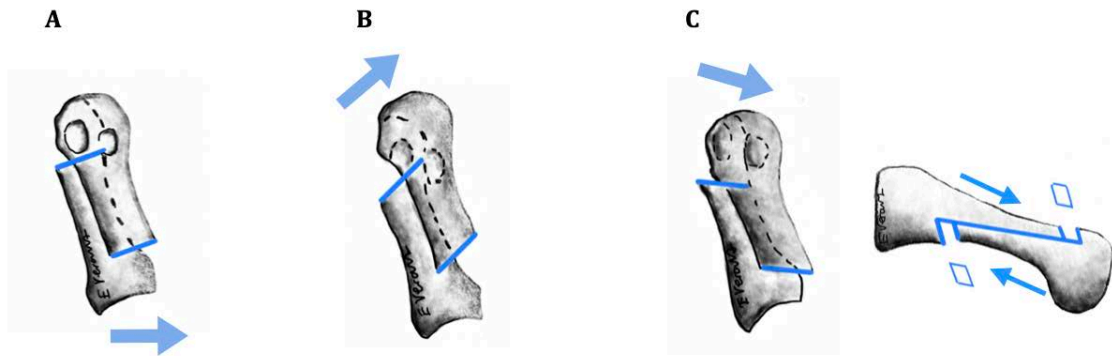


Fig. 41. Esquema de la versatilidad con los cortes transversales osteotomía en *scarf*. (A) Traslación pura. (B) Traslación y alargamiento de la longitud del primer metatarsiano. (C) Traslación y acortamiento. (Elaboración propia)

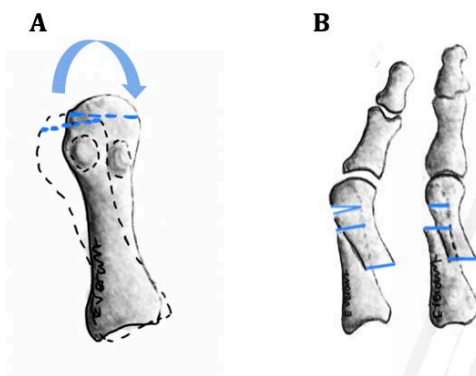


Fig. 42. Métodos de corrección de la orientación de la primera articulación en la osteotomía en *scarf*. (A) Rotación de los fragmentos. (B) Osteotomía en *scarf* + cuña de base medial en el fragmento dorsal. (Elaboración propia)

La osteotomía se estabiliza provisionalmente con agujas Kirschner para comprobar mediante una prueba de carga simulada, que los ángulos están corregidos, que el *hallux* está reducido en la cabeza del primer metatarsiano y que, a su vez, la cabeza está centrada sobre los huesos sesamoideos (Coetzee y Rippstein, 2007). Una vez obtenida la corrección planificada, la osteotomía se fija generalmente con dos tornillos, uno distal y otro proximal. El punto de entrada y la orientación de los tornillos tienen su importancia para evitar complicaciones, siendo recomendada una distancia de unos 7 mm de los cortes transversales para evitar que la cabeza del tornillo rompa dichas ramas (Molloy y Widnall, 2014) lo más cerca posible del nuevo eje anatómico del primer metatarsiano con el fin de que no se pierda traslación a medida que se aplique la compresión del tornillo (Molloy y Widnall, 2014) y, dirigidos desde dorsal-medial a plantar-lateral, el tornillo distal, en dirección oblicua (unos 45° aproximadamente (Barouk, 2000)) para que aumente la estabilidad de la osteosíntesis entre la zona metafisaria y la cabeza y, el tornillo proximal dorso-plantar para asegurar la osteotomía proximal (Trnka y Bock, 2017; Molloy y Widnall, 2014; Coughlin y Mann, 2011; Barouk, 2000) (Fig. 43).

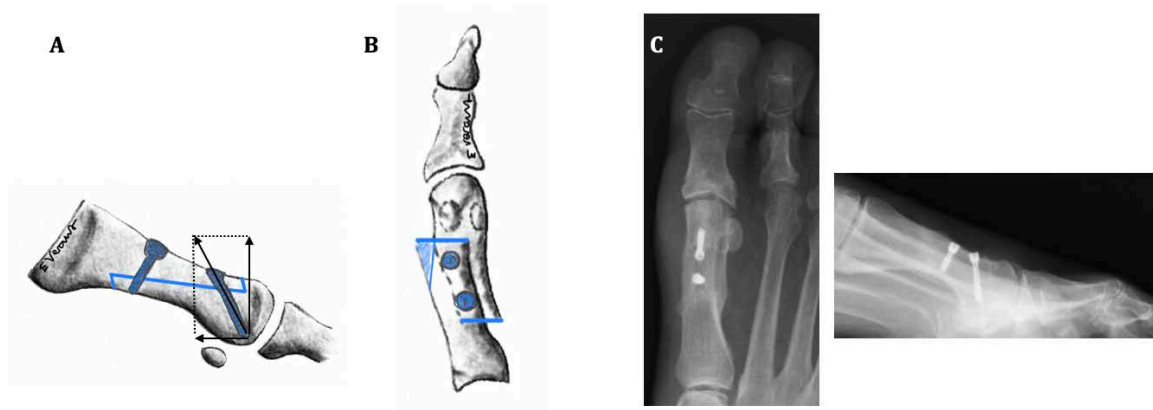


Fig. 43. Posición de los tornillos en la osteotomía en *scarf*. (A) Visión L. (B) Visión AP. (C) Control radiológico en la proyección AP y L. (Elaboración propia)

Una potencial complicación de la osteotomía en *scarf* es el fenómeno de solapamiento, acanalamiento o *troughing* (Coetzee, 2003), en el que las corticales de los dos fragmentos de la osteotomía se impactan en el hueso esponjoso dando lugar a una elevación del metatarsiano y una malrotación probablemente secundario al aumento de la traslación de los cortes, a una osteotomía sobre hueso osteoporótico o, a una excesiva compresión de los tornillos (Coetzee, 2003), por lo que algunos autores han propuesto diferentes modificaciones para evitar esta complicación, entre ellas: un procedimiento en *scarf* rotacional modificada, mediante la rotación de los dos fragmentos de la osteotomía asegurando que ambas corticales estén cruzadas eliminando la superposición lineal entre las corticales del primer metatarsiano y el hueso esponjoso (Murawski, 2011); una osteotomía en forma de Z alargada (Steck y Ringstrom, 2001) o; limitar los cortes transversales a una profundidad de 2-3 mm de la cortical (comentado previamente) evitando entrar en hueso esponjoso (Coetzee y Rippstein, 2007; Coetzee, 2003) (Fig. 44)

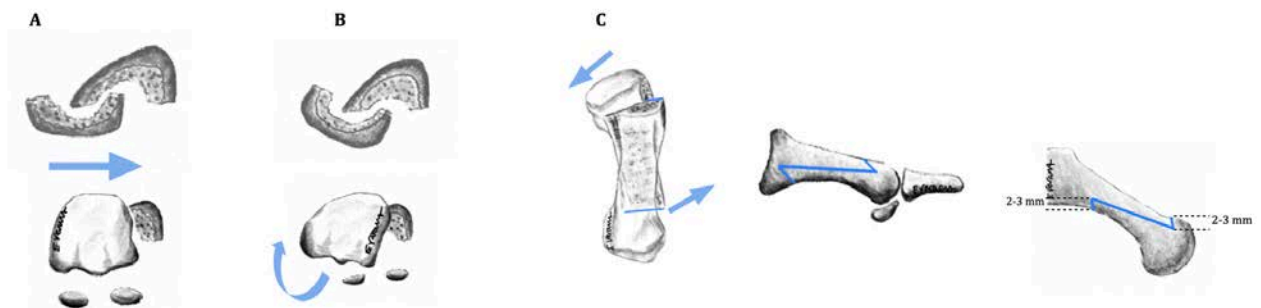


Fig. 44. Complicaciones osteotomía en *scarf*. (A) Solapamiento. (B) Solapamiento con alteración en la rotación. (C) Para evitar solapamiento: rotación de los fragmentos, osteotomía en forma de Z alargada, cortes transversales con una profundidad de 2-3 mm. (Elaboración propia)

2.4. MÉTODOS DE VALORACIÓN

2.4.1. EVALUACIÓN CLÍNICA

Actualmente existe una preocupación por la repercusión que tienen los diferentes tipos de tratamiento quirúrgico relacionados con el HV sobre la calidad de vida de los pacientes en su actividad diaria. Existen diferentes métodos para valorar el grado de satisfacción de los pacientes y los resultados clínicos funcionales, antes y después de una intervención de HV (Hernández-Castillejo et al., 2020), existiendo actualmente una falta de uniformidad en la evaluación sistemática de las medidas de resultado (Schrier et al., 2015; Cöster et al., 2014; Hunt y Hurwit, 2013).

Para analizar los resultados clínicos funcionales, incluyendo información relacionada con el paciente requiriendo un examen clínico profesional, el Comité de la Sociedad Americana de Cirugía Ortopédica en Pie y Tobillo (AOFAS, *American Orthopaedic Foot and Ankle Society*) desarrolló, entre otras, una escala específica, basada en un sistema de puntuación, para el primer radio del pie, **Escala AOFAS de hallux-MTF-IF** (Kitaoka et al., 1994) (Tabla III), incluyendo el primer metatarsiano y su articulación MTF, la falange proximal y distal y su articulación IF, aplicable a la patología del HV. Esta escala está categorizada por subescalas relacionadas con el dolor (de 0 a 40 puntos), la capacidad funcional (de 0 a 45 puntos) y, la alineación del *hallux* (de 0 a 15 puntos), la cuáles contienen preguntas con 3 ó 4 opciones de respuesta donde, cada pregunta se puntúa entre 0 y un máximo que varía entre 5 y 40 dependiendo de la pregunta específica, contemplando factores subjetivos proporcionados por el paciente en relación con el dolor, la limitación de las actividades, el tipo de calzado y la sintomatología de las callosidades y, factores objetivos mediante la evaluación del facultativo relacionados con la movilidad MTF e IF, la estabilidad de ambas y la deformidad del *hallux*. Su puntuación máxima de 100 puntos se alcanza en pacientes sin dolor con un completo rango de movimiento y estabilidad de la articulación MTF e IF, buen alineamiento, sin limitación de las actividades diarias o recreativas, así como para el uso del calzado (Kitaoka et al., 1994). La escala AOFAS es una de las escalas de medida de resultados específica más utilizadas y adaptadas en la cirugía de pie y tobillo, internacionalmente aceptada y validada (Chan et al., 2017; Schrier et al., 2015; Hunt y Hurwit, 2013; Ibrahim et al., 2007), en la que se ha calculado que el cambio medido más pequeño que los pacientes perciben como

importante siendo valioso para definir el umbral en el que un tratamiento debe considerarse clínicamente relevante (diferencia clínica mínimamente importante (DCMI)) (Jaeschke et al., 1989) en la patología del HV, es de 7 puntos, indicando tal resultado una mejora clínicamente importante en el resultado funcional de los pacientes intervenidos de HV no siendo debido a un error de medición (Chan et al., 2017).

Tabla III. Escala AOFAS de hallux-MTF-IF (Total 100 puntos) (Kitaoka et al., 1994)

DOLOR (40 puntos)	
Ninguno	40
Leve, ocasional	30
Moderado, diario	20
Severo, continuo	0
FUNCIÓN (45 puntos)	
Limitación actividades	
No limitación	10
No limita actividades diarias, pero sí recreativas	7
Limita diarias y recreativas	4
Limitación severa	0
Uso de calzado	
Normal	10
Calzado cómodo	5
Calzado especial	0
Movilidad MTF (flexión dorsal y plantar)	
Normal o casi (>75º)	10
Limitación moderada (30º-74º)	5
Limitación severa (<30º)	0
Movilidad IF (flexión plantar)	
No limitación	10
Limitación severa	0
Estabilidad MTF-IF (todas las direcciones)	
Estable	5
Inestable, luxable	0
Callosidad plantar MTF	
No callo o asintomático	5
Callo asintomático	0
ALINEACIÓN HALLUX (15 puntos)	
Buena	15
Regular (asintomático)	8
Mala	0

Para medir los resultados funcionales informados por el paciente en relación tanto en las deformidades del antepié como en retropié y tobillo (Cöster et al., 2014; Cöster et al., 2014; Cöster et al., 2012), se ha desarrollado, basado en el cuestionario de artroplastia de tobillo (Hosman et al., 2007), la **escala SEFAS (Self-Reported Foot and Ankle)** (Cöster et al., 2012) (Tabla IV), un sistema de puntuación que consta de 12 ítems con 5 opciones de respuesta con un valor de 0 a 4 puntos en relación al dolor percibido, la función y otros síntomas adicionales en cuanto a la calidad de vida, donde un total de 0 puntos indica una discapacidad severa y 48 representa una función normal (Cöster et al., 2012). La escala SEFAS ha demostrado una buena validez, fiabilidad y capacidad de respuesta antes y

después de una intervención quirúrgica tanto en la práctica clínica como en investigación (Cöster et al., 2014; Cöster et al., 2014; Cöster et al., 2012) con una diferencia de puntuación mínima percibida por el paciente como relevante (DCMI) (Jaeschke et al., 1989) y como medida de efecto de un tratamiento de 5 puntos (Cöster et al., 2017).

Tabla IV. Escala SEFAS. Total 48 puntos (Cöster et al., 2012)

Dolor, en general (4) Ninguno (3) Muy leve (2) Leve (1) Moderado (0) Severo
Dolor en la cama por la noche (4) Nunca (3) Puntual (2) A veces (1) Frecuente (0) Siempre
Dolor al levantarse de una silla (4) No (3) Ligero (2) Moderado (1) Mucho (0) Inaguantable
Dolor intenso repentino (4) No (3) A veces (2) Frecuente (1) Casi siempre (0) Siempre
Dolor interfiriendo labores habituales, domésticas (4) No (3) Un poco (2) Moderadamente (1) Grandemente (0) Totalmente
Dolor interfiriendo actividades recreativas, salir (4) No (3) Un poco (2) Moderadamente (1) Grandemente (0) Totalmente
Uso de zapato especial, plantilla, etc. (4) No (3) A veces (2) Frecuente (1) Casi siempre (0) Siempre
Hinchazón del pie (4) No (3) A veces (2) Frecuente (1) Casi siempre (0) Siempre
Cojera al caminar (4) No (3) A veces (2) Frecuente (1) Casi siempre (0) Siempre
Tiempo de caminar antes de que surja dolor intenso (4) >30 minutos (3) >15 minutos (2) <15 minutos (1) >5 minutos (0) No anda
Caminar por terreno irregular (4) Bien (3) Alguna dificultad (2) Dificultad moderada (1) Dificultad extrema (0) Imposible
Subir escaleras (4) Bien (3) Alguna dificultad (2) Dificultad moderada (1) Dificultad extrema (0) Imposible

2.4.1. EVALUACIÓN RADIOLÓGICA

La evaluación de la deformidad del HV en las radiografías, sigue siendo actualmente el método diagnóstico principal (Srivastava et al., 2010; Smith et al., 1984), fiable y reproducible (Lee et al., 2012; Saro et al., 2005; Coughlin y Freund, 2001; Schneider et al., 2003), para categorizar la deformidad. Existen muchas mediciones radiológicas realizadas en las proyecciones frecuentemente utilizadas (proyección dorso-plantar y lateral del pie y proyección axial de los sesamoideos) para evaluar la magnitud de dicha

deformidad en la práctica clínica (Deenik et al., 2016; Coughlin et al., 2002; Smith et al., 1984), entre ellas:

- Rotación axial o ángulo de rotación de los sesamoideos (SRA) en la proyección axial de los sesamoideos (Heineman et al., 2020) (Fig. 45). La rotación de los mismos refleja la pronación del *hallux*, presentando una fuerte correlación con el aumento del AHV (Kuwano et al., 2002), considerándose como un método diagnóstico para evaluar la gravedad del HV. Para cuantificar dicho ángulo, se mide el ángulo entre la superficie que soporta el peso y la cara inferior de los sesamoideos medial y lateral del *hallux* (Kuwano et al., 2002). Se considera normal un ángulo de 9° , leve $>13^{\circ}$, moderado $>30^{\circ}$, grave $>38^{\circ}$ (Heineman et al., 2020; Lee et al., 2012; Kuwano et al., 2002).
- Distancia de la protrusión de la cabeza del primer metatarsiano en la proyección dorso-plantar (Fig. 46), medida como la diferencia entre los arcos de la bisectriz del borde de la cabeza del primer metatarsiano y el segundo desde el punto donde se cruzan su eje longitudinal (LaPorta et al., 2016; Hardy y Clapham, 1951;). Esta medición valora la longitud relativa del primer y segundo metatarsiano (Heineman et al., 2020), también considerada fiable y predictora de la deformidad del HV (Lee et al., 2012). Un valor comprendido entre ± 2 mm, se considera normal.



Fig. 45. Sistema de medición del SRA. Ángulo entre la superficie de carga (a) y línea que conecta la parte más inferior del sesamoideo medial y lateral (b). (Elaboración propia)



Fig. 46. Distancia protrusión del primer metatarsiano. Diferencia entre los arcos de los ejes longitudinales del primer (a) y segundo metatarsiano (b) de la intersección común de las dos líneas. (Elaboración propia)

- Ángulo articular falange proximal (PPAA) o ángulo articular distal (DASA), en la proyección dorso-plantar, ángulo entre la superficie articular proximal de la falange proximal, que define la orientación de la superficie, y, una línea perpendicular al eje longitudinal de la falange proximal. Habitualmente está presente una discreta inclinación en valgo de la falange proximal, considerándose como normal cuando no excede los 6° (Coughlin y Mann, 2011; Piqué-Vidal y Vila, 2009).
- Ángulo metatarso aducto (MAA), en la proyección dorso-plantar con diferentes métodos de medición utilizados para valorar dicho ángulo. Entre ellos, se han registrado como reproducible, por la facilidad de su medición radiológica en la práctica clínica, el método modificado de Engel (Domínguez et al., 2008; Engel et al., 1983) (Fig. 47-A) formado por el ángulo entre el eje longitudinal del segundo metatarsiano y el eje longitudinal de la cuña media. Sin embargo, el método de Sgarlato (Fig. 47-B) (Dawoodi y Perera, 2012) se ha considerado el más fiable (Aiyer et al., 2014; Li et al., 2014; Dawoodi y Perera., 2012), cuyo ángulo está formado por el eje longitudinal del segundo metatarsiano y la línea formada por un ángulo de 90° resultante de la línea que conecta el punto medio de los bordes del mediopié (línea medial que conecta la parte más medial de las articulaciones tarsometatarsiana y astragaloescafoidea; y línea lateral que conecta la parte más lateral de las articulaciones calcaneocuboidea y la cuarta articulación metatarsocuboidea) (Aiyer et al., 2014; Dawoodi y Perera, 2012). La variedad de métodos de medición ha supuesto que el valor del ángulo varíe según el método utilizado. Aún con todo esto, define como normal (Coughlin, 1995; Banks et al., 1994) entre 0° y 15° . Su presencia puede subestimar el AIM (Dessouky et al., 2018).



Fig. 47. Diferentes métodos de medición del ángulo metatarso aducto (MAA). (A) Método de Engel. (B) Método de Sgarlato (elaboración propia)

- Cambios degenerativos de la primera articulación MTF (Heineman et al., 2020; Shereff et al., 1990), tales como la disminución del espacio articular, formación de quistes subcondrales sobretodo en la zona central y plantar de la cabeza del primer metatarsiano (Wülker y Mittag, 2012; Smith et al., 1984), así como erosión en el cartílago tanto de la primera articulación MTF como de la metatarsosésamoidea y de la cresta intersésamoidea, secundario al desplazamiento y rotación de los sesamoideos (Smith et al., 1984).

Con el fin de minimizar los errores de medición radiológica y mejorar la fiabilidad intra e interobservador, Smith et al (1984), en el informe del Comité de Investigación de la AOFAS, estandarizó tanto la técnica mediante la cual se toman las radiografías como la técnica para calcular las mediciones angulares, siendo el método de medición radiológico más recomendado, (Coughlin et al., 2002; Smith et al., 1984), partiendo de la definición de puntos de referencia para identificar el eje del primer y segundo metatarsiano, así como el de la falange proximal del primer dedo, antes y después de la intervención, con el fin de también, aumentar la fiabilidad de la medición de los ángulos radiológicos.

La mayoría de las mediciones se realizan a partir de una proyección dorso-plantar en carga mientras el paciente está de pie sobre ambas extremidades inferiores con las rodillas en extensión completa, con el fin de registrar la deformidad máxima del pie, debido a que el peso influye en la geometría del antepié y, por consecuencia, en la medición angular radiológica, encontrándose cambios significativos en su valor con carga y sin carga (Fuhrmann et al., 2003). La proyección AP se realiza con una distancia del tubo al chasis de un metro y una inclinación del aparato de rayos X de 15° dirigido hacia el tobillo para compensar la inclinación de los metatarsianos mediales en relación con la superficie de carga y centrado en el mediopié a nivel de la articulación tarsometatarsiana y, la proyección lateral, con el aparato de rayos X perpendicular al chasis a nivel de la tuberosidad del escafoides y a un metro de distancia (Okuda et al., 2009; Coughlin et al., 2002; Smith et al., 1984).

El Comité de la AOFAS recomienda que, en general, los puntos de referencia deben situarse en una línea transversal perpendicular al eje longitudinal en un punto equidistante de la cortical medial y lateral del hueso respectivo, localizados lo más cerca posible a la diáfisis, tomando la distancia, tanto para el primer como para el segundo metatarsiano, entre 0,5 y 1 cm proximal a la superficie articular distal y entre 0,5 y 1 cm

distal a la superficie articular proximal, mientras que para la falange proximal se recomienda entre 0,5 y 1 cm proximal y distal a la superficie articular (Coughlin et al., 2002) (Fig. 48). Como punto de referencia distal tras la realización de la osteotomía del primer metatarsiano, el Comité de la AOFAS recomienda que sea en el centro de la cabeza del primer metatarsiano como punto de referencia equidistante de la superficie ósea medial, distal y lateral de la cabeza del metatarsiano consecuencia de la doble densidad de la proyección radiológica, mientras que el proximal sigue siendo el mismo descrito previamente, independientemente del punto de referencia distal (Coughlin et al., 2002). El punto medio de la línea transversal que une los puntos de referencia proximal y distalmente se unen para formar el eje longitudinal (Coughlin et al., 2002).

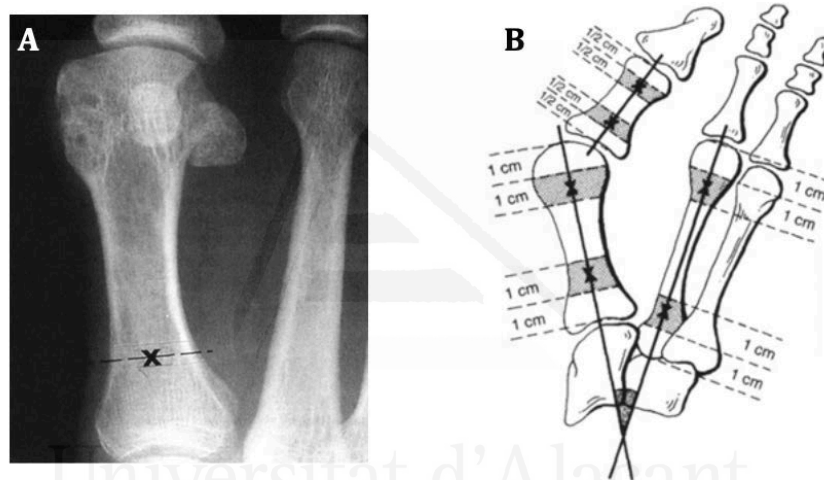


Fig. 48. (A) Sistema de localización de todos los puntos de referencia en la línea perpendicular al eje longitudinal en un punto equidistante a las corticales medial y lateral. (B) Esquema de la localización de los puntos de referencia para el primer y segundo metatarsiano (tomado de Coughlin et al 2002).

En base a los puntos de referencia identificados en cada uno de los huesos del primer radio, se determinan las mediciones radiológicas estandarizadas por el Comité de la AOFAS (Smith et al., 1984), así:

- Ángulo interfalángico del primer dedo (AIF), identifica la deformidad entre la cabeza de la falange proximal y la base de la falange distal, mediante el ángulo formado por el eje longitudinal medio de la falange proximal y el eje longitudinal medio de la falange distal del primer dedo (Heineman et al., 2020; Castillo-López et al., 2014; Lee et al., 2012; Smith et al., 1984) (Fig. 49). Se considera un AIF fisiológico, para los autores, menor de 10° (Vanore et al., 2003; Bryant et al., 2000).

- Ángulo articular metatarsiano distal (DMAA) o ángulo articular proximal (PASA), identifica la lateralización de la superficie articular de la cabeza del primer metatarsiano respecto su eje longitudinal medio estimando la congruencia de la articulación MTF. Se establece una línea formada por los puntos de referencia más medial y lateral del cartílago articular de la cabeza del primer metatarsiano (línea articular que define la inclinación de la superficie articular (Lee et al., 2012; Nyska, 2001)). Se identifica el eje longitudinal medio y sobre este se traza una perpendicular. El ángulo formado entre dicha perpendicular y la línea articular forman el DMAA (Smith et al., 1984) (Fig. 50). No hay acuerdo entre los autores del valor normal del DMAA, variando de 6° a 18° (Nyska, 2001; Coughlin, 1995). La difícil identificación de la superficie articular de la cabeza del primer metatarsiano, se ha asociado a una baja fiabilidad intraobservador e interobservador (Lee et al., 2012; Chi et al., 2002; Coughlin et al., 2002; Coughlin y Freund, 2001). Sin embargo la medición del DMAA es importante para evaluar la deformidad del HV, pues determina en parte el tipo de tratamiento quirúrgico que hay que realizar (Coughlin y Mann, 2011).

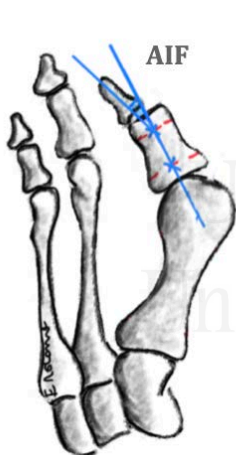


Fig. 49. Sistema de medición del AIF (elaboración propia)

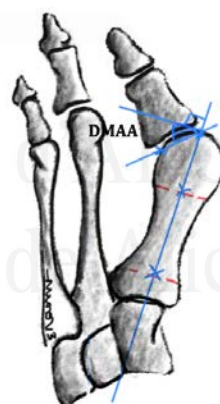


Fig. 50. Sistema de medición del DMAA (elaboración propia)



- Ángulo MTF o ángulo *hallux valgus* (AHV), utiliza los ejes longitudinales medios del primer metatarsiano y de la falange proximal, cuya intersección forma dicho ángulo (Coughlin y Mann, 2011; Smith et al., 1984) (Fig. 51-A). Se considera el ángulo más fiable y reproducible con una correlación fuerte respecto a la severidad de la deformidad (Lee et al., 2012). Una ligera desviación del dedo gordo del pie es normal considerándose un valor fisiológico del AHV entre 5° y 10° . Se considera diagnóstico de HV, por la mayoría de los autores, cuando está presente un $AHV > 15^{\circ}$ (Hecht y Lin,

2014; Coughlin y Mann, 2011; Piqué-Vidal y Vila, 2009; Smith et al., 1984), aunque algunos la consideran a partir de 20° (Atbaşı et al., 2020; Vanore et al., 2003; Klaue et al., 1994).

- Ángulo intermetatarsiano entre el primer y segundo metatarsiano (AIM), traza los ejes longitudinales medios del primer y segundo metatarsiano, de tal forma que su intersección proporciona el AIM (Smith et al., 1984) (Fig. 51-B). Aumenta linealmente con el AHV y también se correlaciona fuertemente con la gravedad de la deformidad (Heineman et al., 2020). Recientes estudios han demostrado que, aunque tiene mayor fiabilidad la medición del AHV, la medición de esta y la del AIM son igual de fiable tanto en las radiografías como en la Resonancia Nuclear Magnética (RNM) (Heineman et al., 2019; Heineman et al., 2018). Se considera normal un ángulo $<9^{\circ}$ (Hecht y Lin, 2014; Coughlin y Mann, 2011; Piqué-Vidal y Vila, 2009).

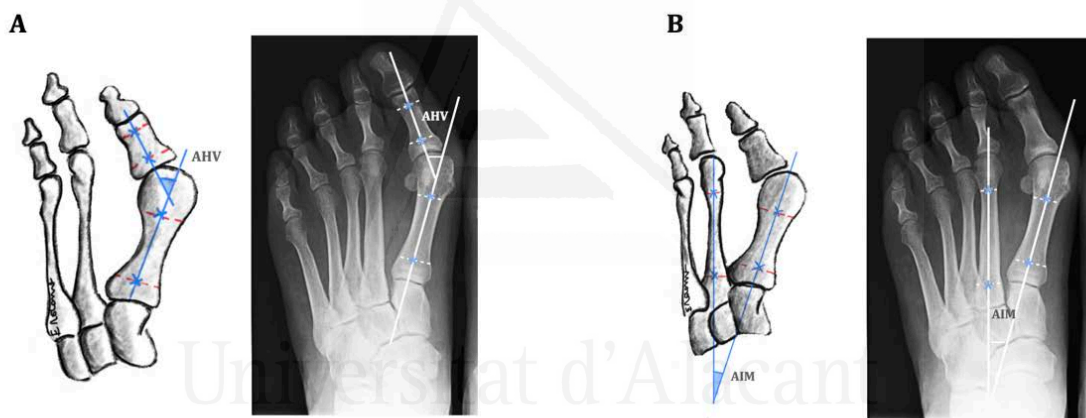


Fig. 51. Sistema de medición del AHV (A) y AIM (B) en la proyección dorso-plantar (elaboración propia)

- Posición del sesamoideo medial en relación con el eje longitudinal medio del primer metatarsiano (Hecht y Lin, 2014; Coughlin y Mann, 2011; Smith et al., 1984) refleja el desplazamiento lateral de los sesamoideos por un lado, y por otro, el desplazamiento medial de la cabeza del primer metatarsiano. Para cuantificar el grado de desplazamiento lateral de los sesamoideos, inicialmente se describió una escala de 7 grados de desplazamiento de la posición del sesamoideo medial en relación al eje longitudinal medio del primer metatarsiano (Hardy y Clapham, 1951) (Fig. 52-A). Más adelante el Comité de la AOFAS (Smith et al., 1984) la simplificó en 4 grados, siendo adecuada y fácilmente aplicable: *grado 0* sin desplazamiento de la posición del sesamoideo medial en relación con el eje del primer metatarsiano; *grado 1* superposición de menos del 50% del sesamoideo medial en el eje; *grado 2*

superposición de más del 50% del sesamoideo medial en el eje *y*; *grado 3* sesamoideo medial completamente desplazado, más allá del eje del primer metatarsiano (Smith et al., 1984) (Fig. 52-B).

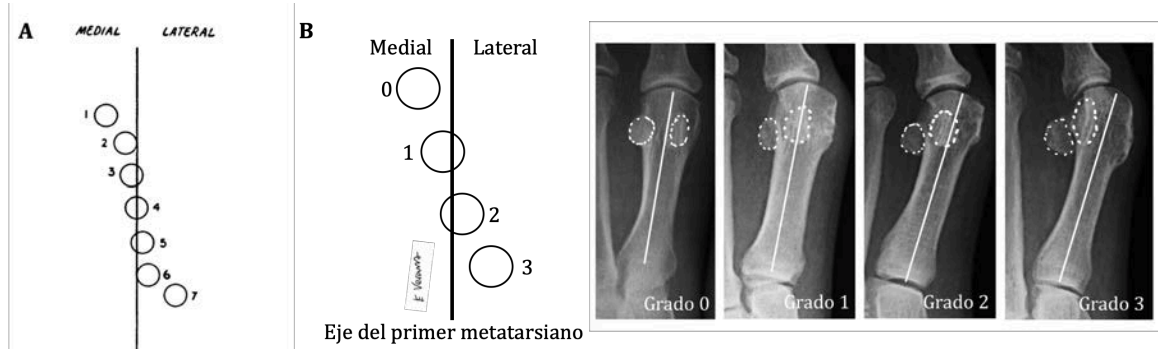


Fig. 52. Posición sesamoideo medial en relación con el eje longitudinal medial del primer metatarsiano. (A) Escala clasificada como grado I, II, III, IV, V, VI o VII (Hardy y Clapham, 1951) (tomado de Hardy y Clapham, 1951). (B) Escala simplificada recomendada por el Comité de la AOFAS (Smith et al., 1984) (elaboración propia)

III. JUSTIFICACIÓN, OBJETIVOS E HIPÓTESIS

3.1. JUSTIFICACIÓN

La prevalencia del HV sintomática es elevada en la población general, con más frecuencia en mujeres y a partir de la mediana edad (González-Martín et al., 2017). Por otro lado, la presencia del HV conduce a dolor, alteración de la marcha y deterioro de la calidad de vida (González-Martín et al., 2017; Hogeia et al., 2017; Saro et al., 2007). Su corrección es quirúrgica, habiéndose descrito numerosos procedimientos (Zambelli y Baumfeld, 2020), aunque los más utilizados actualmente consisten en osteotomías de realineación del primer metatarsiano y, de entre ellas, la osteotomía en *scarf*, motivo del presente estudio. Esta osteotomía es diafisaria, obteniéndose resultados satisfactorios generalmente (Law et al., 2020; Castioni et al., 2019).

Mediante la osteotomía metatarsal, se realinea la posición medial patológica del metatarsiano a una posición lateral más fisiológica. Sin embargo, esa realineación también puede alterar la posición relativa de los huesos sesamoideos respecto al nuevo eje del metatarsiano. La posición relativa de los sesamoideos, bajo la cabeza del metatarsiano, se ha mostrado clínicamente como un factor necesario para la marcha indolora (Shibuya et al., 2019).

Algunos estudios han reportado que la corrección de los sesamoideos es necesaria para reducir el riesgo de recurrencia del HV y evitar la irritación de los mismos, causa de dolor (Pentikainen et al., 2014; Huang et al., 2013; Okuda et al., 2009). No obstante, otros opinan que dicha corrección no es necesaria para obtener resultados satisfactorios tras la osteotomía del metatarsiano (Choi et al., 2016).

Sin embargo, la relación entre la posición de los sesamoideos tras osteotomía correctiva del HV y el resultado funcional ha sido escasamente estudiado. En nuestro conocimiento, solo cuatro estudios han investigado esta relación. Uno de ellos (Lee et al., 2019) estaba basado en la osteotomía proximal en chevron, y los otros (Zitouna et al., 2019; Chen et al., 2016; Wilson et al., 2009) en la osteotomía diafisaria en *scarf*. Estos últimos eran todos retrospectivos y de pequeño tamaño.

Así, hay escasez en la literatura de evidencia de calidad sobre la influencia de la posición de los sesamoideos tras la osteotomía en *scarf*. El tema es de interés, pues en caso de que una malposición de los sesamoideos influyera negativamente en el resultado, justificaría parte de la tasa de fracasos por insatisfacción de dicha osteotomía y sugeriría la necesidad de asociar gestos quirúrgicos sobre las partes blandas para corregir la posición de los sesamoideos.



Universitat d'Alacant
Universidad de Alicante

3.2. OBJETIVOS

3.2.1. OBJETIVO PRINCIPAL

El objetivo principal del presente estudio era analizar prospectivamente si la posición de los sesamoideos tras la osteotomía en *scarf* tenía influencia sobre el resultado funcional de la cirugía.

3.2.2. OBJETIVOS SECUNDARIOS

- Evaluar si la posición de los sesamoideos tenía influencia sobre la calidad de vida del paciente.
- Identificar otros factores con influencia potencial sobre el resultado.

3.3. HIPÓTESIS

La hipótesis nula (H_0) era que, dado que el objetivo principal de la osteotomía en *scarf* es la realineación del primer metatarsiano, el resultado funcional de la cirugía no estaba influenciado por la posición de los sesamoideos.

La hipótesis alternativa (H_1) era que, dado que la posición fisiológica de los sesamoideos facilita la marcha indolora, su incorrecta posición tras la osteotomía en *scarf* debería influir negativamente en el resultado funcional de la cirugía.

IV. MATERIAL Y MÉTODOS

4.1. DISEÑO Y ÉTICA

Se realizó un estudio prospectivo de cohortes, longitudinal, para evaluar clínica y radiológicamente a pacientes sometidos a osteotomía metatarsal en *scarf* por HV.

El proyecto fue aprobado por el Comité Ético de Investigación Clínica (CEIC) del Hospital General Universitario de Elda, precisando la autorización del paciente mediante consentimiento informado.

4.2. POBLACIÓN Y SELECCIÓN DE PACIENTES

La población de estudio fueron los pacientes consecutivamente tratados mediante osteotomía en *scarf* entre enero 2018 y diciembre 2019 en el Servicio de Cirugía Ortopédica del Hospital de la Vega Baja (Orihuela, Alicante).

4.2.1. CRITERIOS DE INCLUSIÓN

- Pacientes incluidos en lista de espera quirúrgica por HV
- Indicación de osteotomía diafisaria metatarsal en *scarf*
- Edad igual o mayor a 18 años
- Sin distinción de género

4.2.2. CRITERIOS DE EXCLUSIÓN

- Presencia de *hallux rigidus*
- Artrosis en tobillo o mediopié
- Cirugía previa sobre el HV
- Antecedente de traumatismo en tobillo o pie

- Contractura del Aquiles
- Deformidad del arco plantar (plano o cavo)
- Antecedente de infección osteoarticular
- Enfermedad reumática
- Enfermedad neurológica
- Insuficiencia venosa severa en el miembro inferior
- Pérdida de seguimiento antes de 12 meses postoperatorios.

4.2.3. GRUPOS DE ESTUDIO

En base a la clasificación de la posición de los sesamoideos (Smith et al., 1984), en las radiografías al final del seguimiento, los pacientes se asignaron a uno de los dos grupos:

- Grupo A: sesamoideos reducidos
- Grupo B: sesamoideos no reducidos

4.3. PROCEDIMIENTO QUIRÚRGICO.

Todas las intervenciones fueron realizadas por los mismos tres cirujanos en la Unidad de Cirugía Mayor Ambulatoria (UCMA), y los pacientes podían retornar a sus domicilios en el mismo día de la intervención.

En todos los pacientes se utilizó el mismo procedimiento quirúrgico estandarizado, bajo anestesia locoregional, en decúbito supino, bajo isquemia con un torniquete colocado en la parte inferior de la pierna.

En el primer tiempo quirúrgico, mediante un abordaje dorsal longitudinal a nivel del primer espacio intermetatarsiano, se realizó el procedimiento de liberación de partes blandas laterales en la zona distal, incluyendo la liberación del tendón aductor del *hallux* en su unión con la base de la falange proximal, la liberación del sesamoideo lateral mediante la sección del ligamento suspensor metatarsosesamoideo lateral y el transverso intermetatarsiano, y, finalmente la realización de la capsulotomía lateral (Fig. 53).

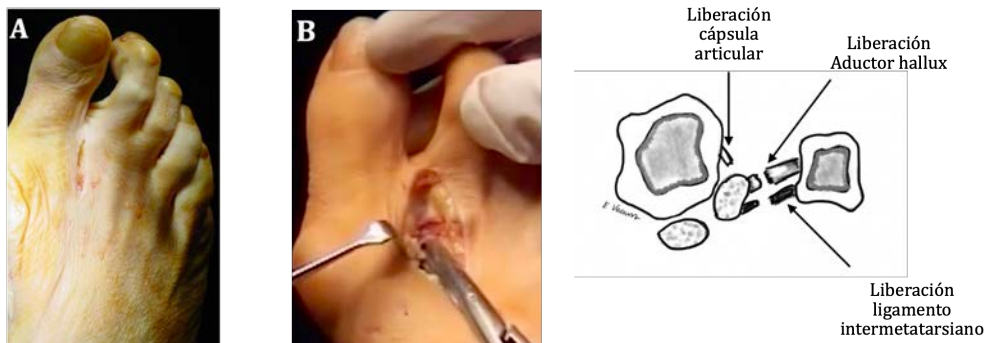


Fig. 53. (A) Abordaje longitudinal dorsal. (B) Liberación de partes blandas laterales (elaboración propia)

En el segundo tiempo quirúrgico, se realizó una segunda incisión longitudinal en la cara medial del primer dedo a nivel de la primera articulación MTF, procediendo a una capsulotomía medial centrada en la eminencia medial. Tras la exposición de la zona interna de la cabeza del primer metatarsiano, teniendo la precaución de conservar la vascularización plantar de la cabeza, se procedió a la liberación del espacio de los sesamoideos a nivel de la placa plantar preservando la integridad del complejo intersesamoideo seguido de la resección de la eminencia medial (Fig. 54).

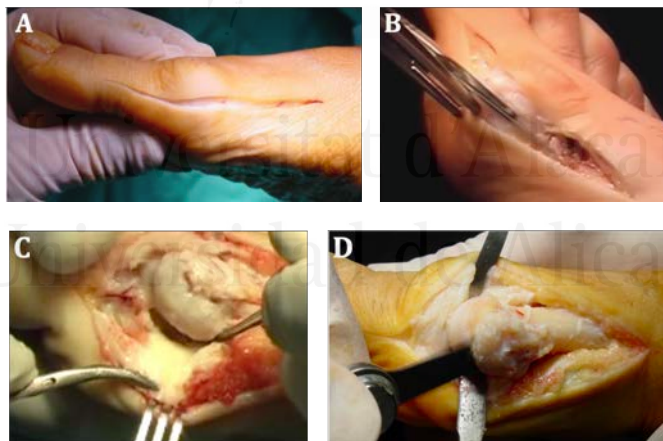


Fig. 54. (A) Abordaje longitudinal medial. (B) Capsulotomía medial. (C) Liberación sesamoideos en la placa plantar. (D) Resección eminencia medial. (Elaboración propia)

A continuación, la desviación del *hallux* fue realineada con la técnica de osteotomía diafisaria del primer metatarsiano en *scarf*, en todos los pacientes. La osteotomía se realizó de acuerdo a la técnica promovida por Barouk (2000), cuyos tres cortes se realizaron con la orientación e inclinación necesaria para corregir la desviación. Una vez verificada la corrección deseada, se procedió primeramente a una fijación provisional con

agujas Kirschner, para después fijar definitivamente la osteotomía con uno o dos tornillos en función de la longitud de la osteotomía realizada, siendo estos tornillos de titanio, canulados, de pequeño diámetro (2,5mm), autoterrajantes y con doble paso de rosca para proporcionar compresión (SR-Fix, Industrial Médica Alicantina, Elche, España). Posteriormente se procedió a la resección del exceso de hueso medial en el *bunion* y a la comprobación de la estabilidad de la osteotomía (Fig. 55).

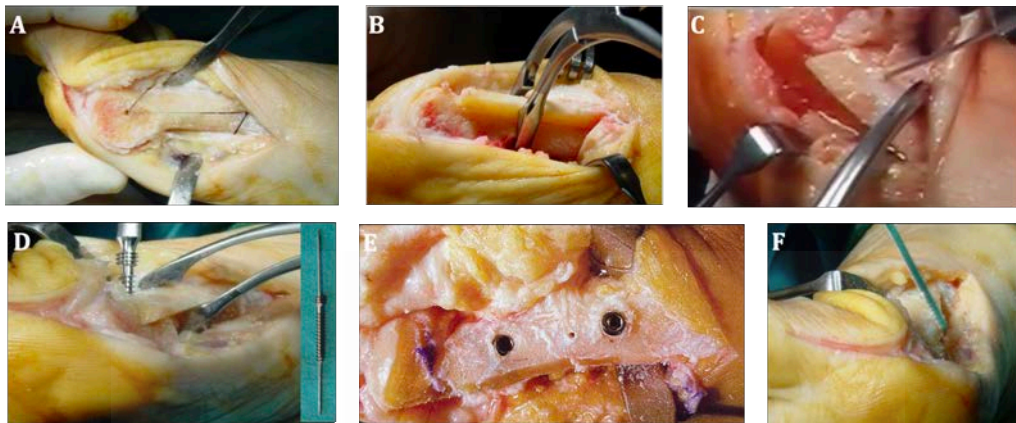


Fig. 55. (A) Osteotomía diafisaria en *scarf*. (B) Desplazamiento de los fragmentos y corrección de la deformidad. (C) Fijación provisional osteotomía. (D) Vista L de fijación definitiva con tornillos. (E) Vista dorsal. (F) Resección exceso de hueso medial. (Elaboración propia)

Tras la osteotomía del primer metatarsiano, se realizó control fluoroscópico de la misma, a la vez que se simuló una situación de carga aplicando la mano del cirujano sobre la planta del pie o colocándolo sobre la base del fluoroscopio y, en función de la desviación de la falange proximal tanto clínica como radiológica se procedió a la realización de una osteotomía de cierre de base medial, de acuerdo a la osteotomía de Akin (1925) en la base de la falange proximal manteniendo intacta la cortical lateral fijándola con una grapa o con sutura reabsorbible (Fig. 56).

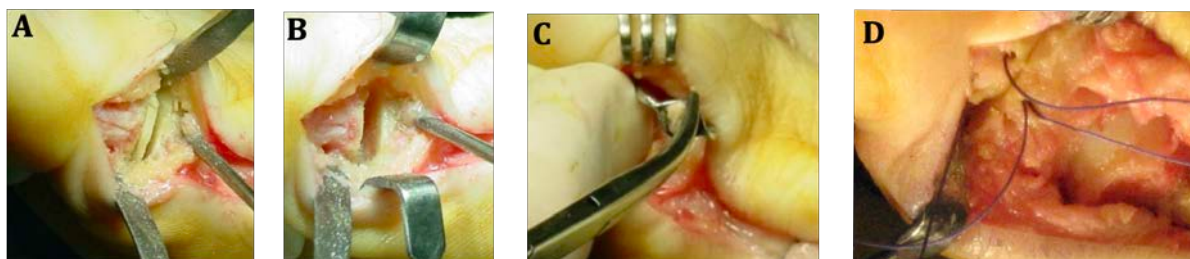


Fig. 56. (A) Osteotomía de Akin. (B) Extracción cuña de la osteotomía. (C) Fijación definitiva con grapa. (D) Fijación definitiva con sutura. (Elaboración propia)

Finamente se procedió a la plicatura de la cápsula medial sin tensión, cierre de la piel con sutura no reabsorbible y a la inmovilización con un vendaje compresivo (Fig. 57).

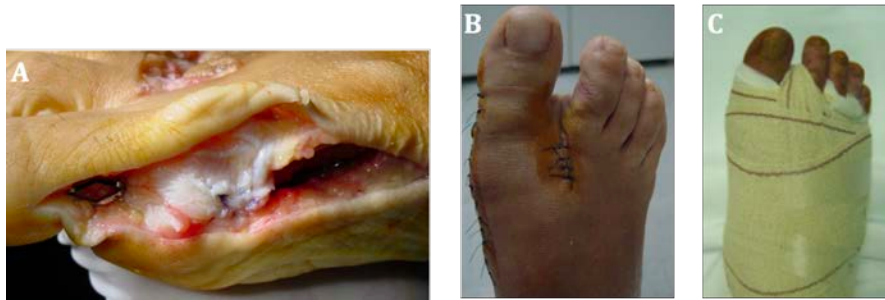


Fig. 57. (A) Plicatura cápsula medial. (B) Cierre cutáneo. (C) Vendaje compresivo. (Elaboración propia)

En 27 (32,9%) pacientes hubo que realizar tratamiento de dedos en garra, mediante técnica de Weill.

Todos recibieron profilaxis antibiótica, previa a la colocación del torniquete, de una única dosis de 2g de cefazolina (siendo en alérgicos 1g de vancomicina), así como profilaxis antitrombótica con Heparina de Bajo Peso Molecular (HBPM) subcutánea iniciada el día siguiente de la intervención y durante 3 semanas.

A las 72 horas se procedió a la primera cura y a los 15-21 días la retirada de puntos. Durante el primer mes postoperatorio se autorizó la carga inmediata utilizando un zapato de suela invertida para que el apoyo durante la marcha fuera sobre el retropié (Fig. 58), y posteriormente se autorizó el uso de zapato convencional, cómodo y ancho, para la reeducación de la marcha.



Fig. 58. Zapato postoperatorio de horma invertida (Elaboración propia)

4.4. SEGUIMIENTO Y EVALUACIÓN

Mediante una recogida de datos, los pacientes fueron evaluados, clínica y radiológicamente, de manera preoperatoria en el momento de su inclusión para la cirugía, y postoperatoriamente según el régimen estándar a 1, 3, 6 y 12 meses, considerando este último como la evolución final.

Las evaluaciones fueron realizadas por un observador que no era el cirujano responsable de las cirugías. En la evaluación radiológica se ignoraba la evaluación clínica.

4.5. VARIABLES DE ESTUDIO

4.5.1. VARIABLE PRINCIPAL

De acuerdo al objetivo principal, para la evaluación funcional se utilizó la escala AOFAS (*American Orthopaedic Foot and Ankle Society*) en su versión para el *hallux* (*AOFAS Hallux MTF-IF*) (Kitaoka et al., 1994), ampliamente descrita en la parte teórica. Resumiendo, valora el dolor, función y alineación del *hallux*, con una puntuación de 0 (pésimo resultado) a 100 (excelente resultado). Esta escala es de difusión internacional y validada. Aunque no validada, se ha empleado una clasificación cualitativa de los resultados: satisfactorios (≥ 80 puntos) e insatisfactorio (regular, 60-79 puntos; y mal, < 60 puntos) (Ceccarelli et al., 2014).

4.5.2. VARIABLES SECUNDARIAS

Calidad de vida del paciente

Para evaluar la calidad de vida del paciente en relación a trastornos del pie, se utilizó el cuestionario SEFAS (*Self-Reported Foot and Ankle*) (Cöster et al., 2012), ampliamente descrita en la parte teórica. Resumiendo, valora el dolor en diversas actividades y la función de la marcha, con una puntuación de 0 (incapacidad completa) a 48 (función normal). Esta escala es de difusión y validez internacional.

Dolor en el pie

Pre y postoperatoriamente, se evaluó mediante una Escala Visual Analógica (EVA), graduada de 0 (ausencia completa de dolor) a 10 (dolor insoportable). Esta escala es ampliamente utilizada y validada (Price et al., 1983).

Satisfacción del paciente

En la última evaluación, se evaluó la satisfacción con el resultado de la cirugía mediante una escala Likert de 5 grados: 1 (muy insatisfecho), 2 (insatisfecho), 3 (indiferente, sin notar cambios), 4 (satisfecho), y 5 (muy satisfecho). Para el análisis estadístico, esta variable se dicotomizó en satisfacción (muy satisfecho, satisfecho) e insatisfacción (indiferente, insatisfecho y muy insatisfecho).

Evaluación radiológica

Se utilizaron proyecciones estándar AP en carga y lateral del pie, pre y postoperatoriamente. Las mediciones se realizaron de acuerdo a los criterios establecidos por la AOFAS (Kitaoka et al., 1994).

Para los objetivos del presente estudio, se seleccionaron las siguientes mediciones (Fig. 59):

- Ángulo de *hallux valgus* (AHV): formado por la intersección del eje diafisario del primer metatarsiano y el de la primera falange. Valora la desviación medial del primer metatarsiano y establece el grado de deformidad.
- Ángulo intermetatarsiano primero-segundo (AIM): formado por la intersección de los ejes diafisarios del primer y el segundo metatarsiano. Valora la desviación medial relativa del primer metatarsiano.
- Ángulo articular distal metatarsiano (AAD): formado por la línea que une los extremos articulares y una línea perpendicular al eje metatarsiano. Valora la orientación de la superficie articular del primer metatarsiano.
- Posición del sesamoideo medial: desplazamiento lateral con relación al eje diafisario medio del primer metatarsiano. Se clasifica en cuatro grados: 0) sesamoideo tibial medial al eje; 1) menos del 50% del sesamoideo sobrepasando el eje; 2) más del 50% sobrepasando el eje; 3) sesamoideo completamente lateral al eje. En los grados 0 y 1 se consideraron los sesamoideos en posición reducida; y no reducida en los grados 2 y 3 (Fig. 60):

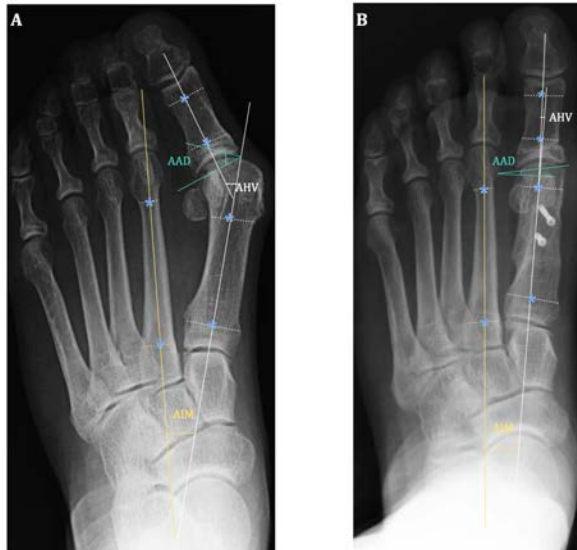


Fig. 59. Mediciones angulares (AHV, AIM y AAD) en una radiografía en carga AP del pie. (A) Radiografía preoperatoria. (B) Radiografía al final del seguimiento. (Elaboración propia)



Fig. 60. Posición sesamoideo medial en relación con el eje longitudinal medial del primer metatarsiano recomendada por el Comité de la AOFAS (Smith et al., 1984). (Elaboración propia)

Otras variables

Demográficas: edad, género, lado afecto, Índice de Masa Corporal (IMC)

Comorbilidades

Complicaciones de la cirugía

Necesidad de reintervención quirúrgica

4.6. ANÁLISIS ESTADÍSTICO

4.6.1. TAMAÑO MUESTRAL

Conforme a la variable principal, escala funcional AOFAS, para detectar una diferencia clínica mínimamente importante de al menos 8 puntos (Chan et al., 2017) entre los grupos y considerando una tasa de incidencia de al menos el 30% de casos en los que los sesamoideos resultarían con posición incorrecta, para una potencia estadística del 80% y un error alfa de 0,05, debería disponerse de una cohorte mínima de 74 pacientes. Previendo una posible pérdida de casos del 5%, para el estudio se incluyeron un mínimo de 82 pacientes.

4.6.2. ANÁLISIS INFERENCIAL

Todos los análisis fueron realizados mediante el programa SPSS-IBM v. 19 (IBM, Armonk, EE. UU.). La normalidad de las variables fue testada mediante la prueba de Shapiro-Wilks.

Los datos cualitativos fueron descritos como valor absoluto y porcentaje, y comparados con la prueba de chi-cuadrado, exacta de Fisher, o no paramétrica de Mantel-Haenszel.

Los datos cuantitativos fueron descritos como media, rango y desviación estándar (DE), y comparados con la prueba *t-Student* o la no paramétrica de Mann-Whitney. Para comparaciones entre resultados pre y postoperatorios se utilizó la prueba *t-Student* pareada o la no paramétrica de rango con signo de Wilcoxon. Para evaluar la correlación entre variables cuantitativas se utilizó el coeficiente de correlación de Pearson o la no paramétrica de Spearman.

La influencia de variables independientes sobre el resultado funcional se evaluó mediante la prueba multivariante de regresión logística, expresando el resultado como probabilidad de influencia (*Odds ratio*, OR) con su intervalo de confianza al 95% (IC 95%).

Para todos los análisis, se consideró estadísticamente significativo un valor de *p* igual o inferior a 0,05.

V. RESULTADOS

Se incluyeron en el estudio 84 pacientes que cumplieron los criterios (Fig. 61). De ellos, 2 fueron perdidos para el seguimiento antes de completar el seguimiento mínimo de un año. Entre los restantes 82 pacientes, 48 tenían a los sesamoideos en una posición adecuadamente reducida (grupo A), mientras que en los otros 34 pacientes la posición era de no reducción (grupo B).

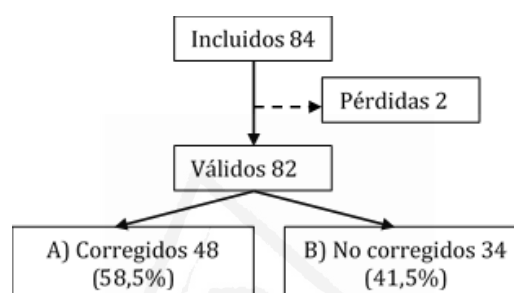


Fig. 61. Diagrama de flujos de pacientes (elaboración propia)

5.1. CARACTERÍSTICAS DE LOS DOS GRUPOS

Preoperatoriamente (Tabla V), no había diferencias significativas entre las variables de interés entre los dos grupos (todas las variables con $p > 0,05$), por lo que podían ser comparados estadísticamente.

Tabla V. Características de los pacientes

Variables	Total n= 82	Grupo A n= 48	Grupo B n= 34	p
Edad	55,0 (9,1)	53,7 (9,4)	56,8 (8,4)	0,141
Género (M/H)	73 / 9	45 / 3	28 / 6	0,104
Lado (D/I)	37 / 45	20 / 28	17 / 17	0,504
IMC (kg/m ²)	26,6 (4,2)	26,3 (3,8)	27,1 (4,5)	0,366
IMC >30 (n)	16	8	8	0,617

Datos continuos mostrados como media (desviación estándar).

5.2. RESULTADOS FUNCIONALES

En ambos grupos hubo una mejoría significativa ($p=0,001$) desde el preoperatorio a la evaluación postoperatoria a un año en todas las variables de resultados clínicos (AOFAS, SEFAS, EVA-dolor), mostrando la efectividad de la técnica de scarf.

Comparando ambos grupos (A, sesamoideos reducidos, posiciones 0-1; B, sesamoideos no reducidos, posiciones 2-3) no había diferencias significativas en las puntuaciones medias preoperatorias de las variables clínicas (todas con $p>0,05$).

Postoperatoriamente al año de seguimiento (Tabla VI), no había diferencia significativa en la puntuación media del resultado funcional medido por el cirujano con la escala AOFAS ($p=0,081$) entre los dos grupos. Sin embargo, categorizando la escala AOFAS (pacientes con resultado satisfactorio ≥ 80 puntos; insatisfactorio < 80 puntos) (Tabla VII), la tasa de pacientes con un resultado satisfactorio en el grupo A (89,5%) era significativamente más alta ($p=0,029$) que en el grupo B (70,5%).

Tabla VI. Evaluación de las variables funcionales

Variabes	Total	Grupo A	Grupo B	p
AOFAS (0-100)				
preoperatorio	36,3 (17,3)	39,7 (15,5)	34,1 (18,1)	0,136
final a 1 año	84,7 (14,4)	86,6 (10,4)	80,9 (16,5)	0,081
p	0,001	0,001	0,001	
SEFAS (0-48)				
preoperatorio	24,2 (9,4)	26,4 (8,3)	22,6 (10,0)	0,074
final a 1 año	43,5 (5,7)	46,0 (2,2)	39,9 (7,4)	0,023
p	0,001	0,001	0,001	
EVA-dolor (0-10)				
preoperatorio	7,7 (1,5)	7,6 (1,5)	7,8 (1,6)	0,564
final a 1 año	1,6 (2,1)	0,8 (1,4)	2,7 (2,8)	0,006
p	0,001	0,001	0,001	
Satisfacción final (1-5)	4,2 (0,9)	4,5 (0,7)	3,9 (1,1)	0,014

Datos continuos mostrados como media (desviación estándar).

Respecto a la calidad de vida percibida por el paciente y medida con la escala SEFAS (una puntuación menor indica un resultado mejor) la puntuación media al año de seguimiento era significativamente mejor ($p=0,023$) en el grupo A comparado con el grupo B (Tabla VI). Así mismo, también era significativamente mejor la percepción del dolor al año postoperatorio ($p=0,006$) en el grupo A comparado con el grupo B (Tabla VI).

Tabla VII. Resultados AOFAS categorizados

Categoría	Total	Grupo A	Grupo B	p
Satisfactorio	67	43	24	0,029
(≥ 80)	(81,7%)	(89,5%)	(70,5%)	
Insatisfactorio	15	5	10	
(< 80)	(18,3%)	(10,5%)	(29,5%)	

5.3. SATISFACCIÓN DEL PACIENTE

Compatible con el hecho de que los pacientes del grupo A declaraban una mejor calidad de vida y menor dolor, aunque la valoración funcional realizada por el cirujano no fuera significativamente diferente entre los grupos, en este estudio se observó que la satisfacción del paciente con el resultado de la cirugía era significativamente mejor ($p=0,014$) en el grupo A comparado con el grupo B (Tabla VI). Así mismo (Tabla VIII), la tasa de pacientes satisfechos o muy satisfechos era significativamente más alta ($p=0,001$) en el grupo A (95,8%) que en el grupo B (65,0%).

Tabla VIII. Tasas de satisfacción en la evaluación final

Escala de satisfacción		Total		Grupo A		Grupo B		p
5: muy satisf.	Satisf.	45	68 (83,0%)	29	46 (95,8%)	0	22 (65,0%)	0,001
4: satisfecho		23		17		6		
3: indiferente	Insatisf.	6	14 (17,0%)	0	1 (4,2%)	6	12 (35,0%)	
2: insatisfecho		8		2		6		
1: muy insatisf.		0		0		16		

5.4. RESULTADOS RADIOLÓGICOS

Respecto a las mediciones radiológicas realizadas preoperatoriamente (Tabla IX), no había diferencias significativas en ninguna medición (todas con $p > 0,05$) (Fig. 62).

En las mediciones radiológicas realizadas postoperatoriamente a un año de seguimiento (Tabla IX), tampoco hubo diferencias significativas en el ángulo de *hallux valgus* (AHV, $p= 0,088$), el ángulo intermetatarsiano (AIM, $p= 0,219$) o el ángulo articular distal (AAD, $p= 0,324$).

Respecto a la posición de los sesamoideos (Tabla IX), no había diferencia preoperatoria significativa entre los dos grupos ($p= 0,460$), pero (y como era de esperar por la definición de los grupos), la posición postoperatoria al año de seguimiento era significativamente peor en el grupo B ($p= 0,001$).

Tabla IX. Evaluación de las mediciones radiológicas

Variables	Total n= 82	Grupo A n= 48	Grupo B n= 34	p
AHV				
preoperatorio	35,4 (6,5)	34,5 (6,9)	36,7 (5,9)	0,135
final a 1 año	14,3 (7,7)	12,3 (6,6)	15,6 (7,3)	0,088
p	0,001	0,001	0,001	
AIM				
preoperatorio	13,9 (2,6)	13,5 (2,5)	14,5 (2,7)	0,117
final a 1 año	8,0 (3,1)	7,7 (9,7)	9,9 (6,4)	0,219
p	0,001	0,001	0,001	
AAD				
preoperatorio	23,0 (10,4)	20,4 (10,8)	23,8 (8,8)	0,134
final a 1 año	15,4 (10,6)	11,6 (7,1)	13,3 (8,0)	0,324
p	0,001	0,001	0,001	
Posición sesamoideos (0/1/2/3)				
preoperatorio	0/0/21/61	0/0/13/35	0/0/8/26	0,460
final a 1 año	0/47/21/14	0/40/6/2	0/7/15/12	0,001
p	0,001	0,001	0,024	

Datos continuos mostrados como media (desviación estándar).



Fig. 62. Radiografía en carga AP del pie. (A) Radiografía preoperatoria. (B) Radiografía al final del seguimiento (elaboración propia)

5.5. ASOCIACIONES ENTRE VARIABLES

La puntuación funcional AOFAS (medida por el cirujano) no se correlacionaba significativamente con la calidad de vida SEFAS (medida por el paciente) ($r=0,2$; $p=0,378$).

Mientras que había una correlación significativa entre la puntuación SEFAS y la del dolor medido con la escala EVA ($r=-0,6$; $p=0,038$).

Se realizó un análisis multivariante de regresión logística (Tabla X), para identificar las posibles variables postoperatorias que influyeran sobre la satisfacción del paciente (cuyo resultado se dicotomizó en dos grupos: a) englobando satisfecho y muy satisfecho; b) englobando indiferente, insatisfecho y muy insatisfecho). La posición final de los sesamoideos (posición que se dicotomizó en dos grupos: a) englobando las posiciones 0 y 1; b) englobando las posiciones 2 y 3) tenía una influencia significativa (OR 3,4; IC 95% 2,1-4,8; $p=0,012$), así como el dolor residual (OR 2,1; IC 95% 1,2-3,7; $p=0,039$).

De ello se deduce que la posición de los sesamoideos tras la intervención quirúrgica es un factor importante, de manera que los pacientes que tuvieran los sesamoideos reducidos (posición 0-1) tiene una probabilidad 3,4 veces mayor de estar satisfechos que aquellos que resulten con los sesamoideos no reducidos (posición 2-3).

Tabla X. Análisis multivariante sobre la satisfacción del paciente

VARIABLES FINALES	p univariante	OR (IC 95%)	p multivariante
AOFAS	0,081	0,6 (0,1-5,3)	0,238
SEFAS	0,023	1,9 (1,2-3,1)	0,053
EVA-dolor	0,006	2,1 (1,2-3,7)	0,039
AHV	0,088	0,9 (0,3-4,2)	0,371
AIM	0,219	0,2 (0,003-8,5)	0,723
AAD	0,324	1,0 (0,4-5,9)	0,414
Posición sesamoideos	0,001	3,4 (2,1-4-8)	0,012



Universitat d'Alacant
Universidad de Alicante

VI. DISCUSIÓN

Los resultados del presente estudio muestran que la osteotomía en *scarf* es muy efectiva para obtener la realineación del primer metatarsiano (variables radiológicas) y aportar satisfactorios resultados funcionales (variables clínicas) en los pacientes con HV.

Sin embargo, la posición final de los sesamoideos es el único factor objetivo con influencia sobre la satisfacción del paciente; de manera que aquellos en los que se mejoraba la posición referían significativamente una mayor satisfacción, menor dolor y mejor calidad de vida.

Nosotros pensamos que la correcta realización de la osteotomía en *scarf* es importante, pero también lo es la realización de gestos quirúrgicos asociados sobre las partes blandas a fin de procurar una correcta posición de los sesamoideos. Estos gestos no son habitualmente realizados como parte integrante de la técnica en *scarf*. En el presente estudio, nosotros asociamos la tenolisis del flexor del *hallux*, para facilitar la movilidad de los sesamoideos insertos en dicho tendón y su reorientación más medializada.

De la posición de los sesamoideos en el *hallux valgus*

Tradicionalmente, se ha descrito que la posición de los sesamoideos es importante para la bipedestación y la deambulación por diversos motivos: 1) amortiguan la presión ejercida sobre el primer radio; 2) reducen la fricción de la cabeza del primer metatarsiano a la vez que protegen al tendón flexor largo del *hallux* mientras se desliza entre los dos sesamoideos; y 3) porque aumentan el brazo de palanca del tendón flexor corto del *hallux* mejorando la potencia de flexión de la primera articulación MTF, como consecuencia de su disposición anatómica integrada en la placa plantar, englobado en los tendones de las dos cabezas del flexor corto del *hallux* y estabilizados por la cresta intersesamoidea (Gómez et al., 2017; Yammine, 2015; Taylor et al., 2014; Coughlin y Mann, 2011; Aper et al., 1996).

Algunos autores apoyan que los sesamoideos influyen en la progresión del HV por el desplazamiento lateral de los mismos en relación a la cabeza del primer metatarsiano, consecuencia de la transformación de las fuerzas deformantes abductoras en aductoras

(Shibuya et al., 2019; Seng et al., 2015; Kuwano et al., 2002). Esta malposición de los sesamoideos puede provocar la erosión de la cresta intersesamoidea, produciendo una pérdida de estabilidad de la articulación metatarsosesamoidea dando lugar a una degeneración en la articulación metatarsosesamoidea (Kim y Young, 2018; Katsui et al., 2016). Por el contrario, otros defienden que los sesamoideos no son un factor implicado en el desarrollo del HV al conservar su relación con el segundo metatarsiano sin cambiar la distancia de los sesamoideos con respecto a este, manteniendo su posición normal, siendo la medialización del primer metatarsiano, la responsable de la subluxación aparente de los sesamoideos (Machado et al., 2019; Geng et al., 2016; Tanaka et al., 1997).

De la corrección sesamoidal asociada en la cirugía del *hallux valgus*

Existe controversia en la necesidad de realizar gestos sobre partes blandas para corregir la posición de los sesamoideos, bien para mejorar el resultado funcional, para disminuir el riesgo de recidiva del HV, o bien, si es parte influyente en la satisfacción del paciente tras el tratamiento quirúrgico.

En nuestra serie, a todos los pacientes se les realizó liberación de partes blandas a nivel de los sesamoideos, consistente en la combinación de una liberación del tendón aductor del *hallux* en su unión con la base de la falange proximal, una liberación del sesamoideo lateral mediante la sección del ligamento suspensor metatarsosesamoideo lateral y el transverso intermetatarsiano, la realización de la capsulotomía lateral para movilizar el sesamoideo y una plicatura de la cápsula medial. En nuestra serie, asociamos a dicha técnica la tenolisis del flexor del *hallux* a nivel del complejo sesamoideo, para facilitar la movilidad de los sesamoideos insertos en dicho tendón y conseguir su reorientación más medializada y la reducción debajo de la cabeza del primer metatarsiano.

La correlación del presente estudio (influencia de la posición de los sesamoideos sobre la satisfacción del paciente) sugiere que la asociación de gestos quirúrgicos en partes blandas en la zona del complejo sesamoideo tiene efecto influyente sobre la correcta posición de los sesamoideos con la consecuente influencia en la satisfacción del paciente. Nuestro procedimiento añadido al balance de partes blandas sobre el flexor del *hallux*, pensamos que favorece a la satisfacción del paciente, dados los resultados obtenidos en este estudio.

Algunos autores también han argumentado que la realización de gestos asociados sobre los sesamoideos para mejorar su posición minimiza su irritación y mejora la marcha (Huang et al., 2013), reduce el riesgo de recurrencia del HV (Shibuya et al., 2018; Pentikainen et al., 2014; Okuda et al., 2009), y mejora el resultado funcional (Grle et al., 2017; Trnka et al., 1997). Grle et al (2017) revisaron la osteotomía distal de chevron observando que había una mejora significativa en la posición del sesamoideo medial y en la satisfacción del paciente en los pacientes con asociación de la liberación lateral de partes blandas.

Por el contrario, otros autores cuestionan la liberación de partes blandas al observar que la posición de los sesamoideos no cambia con respecto al segundo metatarsiano antes y después de la cirugía, por tanto no lo consideran objetivo de corrección quirúrgica (Lamo-Espinosa et al., 2015; Ramdass y Meyr, 2010). Otros, a su vez, cuestionan su liberación al defender que la reducción de los sesamoideos es lograda por la propia corrección de la deformidad del primer metatarsiano mediante la osteotomía independiente de que se realice liberación de partes blandas, a la vez que no lo consideran motivo de recurrencia del HV (Choi et al., 2018; Shi et al., 2016; Esemeli et al., 2003;).

Realizando osteotomía en *scarf* sin asociar liberación de partes blandas, Zitouna et al (2019) no encontraron correlación entre la posición de los sesamoideos respecto a los resultados funcionales. A diferencia de nuestra serie, el pequeño tamaño muestral de Zitouna (2019) podría ser un factor de confusión que sesgue los resultados.

Realizando la osteotomía en *scarf* sin asociar liberación de partes blandas, Zitouna et al (2019) no encontraron correlación entre la posición de los sesamoideos respecto a los resultados funcionales. A diferencia de nuestra serie, el pequeño tamaño muestral de Zitouna (2019) podría ser un factor de confusión que sesgue los resultados. Wilson et al (2009), también utilizando *scarf*, encontraron similar resultado, por lo que sugerían que no había evidencia de que la liberación lateral del tendón aductor añadiera beneficio. Sin embargo, estos últimos autores prácticamente el único gesto quirúrgico sobre partes blandas que realizaron fue la liberación lateral del tendón aductor, y sólo ocasionalmente la plicatura de la cápsula medial, lo cual consideramos insuficiente.

Empleando otras cirugías correctoras del HV, como la osteotomía de chevron, Lee et al (2019) observaron que, tras realizar liberación (del aductor de la base interfalángica proximal, del sesamoideo lateral, ligamento sesamoideo-metatarsiano y sección del ligamento intermetatarsiano), la satisfacción del paciente no estaba relacionada con la

posición final de los sesamoideos. Pero debe tenerse en cuenta que la osteotomía de chevron, reorienta tan solo la cabeza metatarsal y por tanto la articulación MTF, pero no reorienta la posición de la diáfisis.

De los resultados radiológicos

Todos los pacientes de nuestro estudio tuvieron una mejoría de todos los ángulos radiológicos medidos (AHV, AIM y AAD) con una diferencia de reducción significativa al final del seguimiento, lo que sugiere que la osteotomía en *scarf* es un procedimiento efectivo para reducir la deformidad del primer metatarsiano, presentando resultados radiológicos satisfactorios. Estos resultados son acordes a los publicados por otros autores (Law et al., 2020; Castioni et al., 2019; Zitouna et al., 2019; Bellaaj et al., 2018; O'Briain et al., 2012;). A su vez, las correcciones de estos ángulos se lograron significativamente en ambos grupos, pero al compararlos observamos que los resultados en el grupo de sesamoideos no reducidos, aun mejorando, fueron peores con respecto a los que presentaban sesamoideos reducidos, aunque estos datos no fueron significativos. Esto puede significar que, si la reducción de los sesamoideos es insuficiente, este resultado no tiene efecto sobre una recidiva de los ángulos AHV, AIM y AAD. No habiendo en la literatura estudios comparables al respecto, comparamos nuestros resultados con el realizado por Lee et al (2019), encontrando datos contradictorios a nuestra serie, el cual compara los resultados radiológicos entre grupos de sesamoideos reducidos y no reducidos en pacientes con una osteotomía de chevron, obteniendo unos resultados radiológicos significativos peores en el grupo de sesamoideos no reducidos pudiendo dar lugar a deficientes resultados radiológicos.

Los principales sistemas de clasificación respecto a la posición de los sesamoideos descritos en la literatura para evaluar la posición radiológica de los mismos son la clasificación recomendada por la AOFAS y la de Hardy y Clapham (Kitaoka et al., 1994; Hardy y Clapham, 1951;). En nuestro estudio, consideramos mejor la utilización del sistema de clasificación recomendado por la AOFAS porque es más sencillo, aplicable y claro al describir la posición del sesamoideo y, comprender 4 grados frente a los 7 grados de la de Hardy (1951). Observamos una mejoría significativa en la distribución de la posición de los sesamoideos en todos los pacientes del estudio, con una diferencia estadística esperable al comparar ambos grupos siendo la posición de los sesamoideos al

año de seguimiento significativamente peor en el grupo de los sesamoideos no reducidos. Estos resultados fueron acordes con otras publicaciones (Chen, 2016).

De los resultados funcionales objetivos

La escala AOFAS es la más utilizada para valorar resultados tras la cirugía del HV (Chan et al., 2017; Schrier et al, 2015; Hunt y Hurwit, 2013; Ibrahim et al., 2007).

En nuestro estudio, de acuerdo con lo esperable, hubo una mejoría significativa en la puntuación AOFAS al final del seguimiento en todos los pacientes (de 36,3/100 a 84,7/100 puntos), con una mejora media de 48,4 puntos, lo que supone que la osteotomía en *scarf* es un buen método para el tratamiento quirúrgico del HV. Este resultado es superponible al resto de publicaciones previas (Law et al., 2020; Castioni et al., 2019; Choi et al., 2013).

En nuestro estudio, los pacientes con sesamoideos reducidos obtuvieron resultados funcionales AOFAS ligeramente mejores que los del grupo no reducido al final del seguimiento, aunque esa diferencia no fue estadísticamente significativa (86,6/100 en el grupo reducido, y 80,9/100 en el no reducido). Sin embargo, cuando la escala AOFAS se categorizó como satisfactoria (≥ 80 puntos) e insatisfactoria (< 80 puntos), la tasa de pacientes con resultado satisfactorio era significativamente más alta en el grupo de sesamoideos reducidos. Esto podría ser debido a que la osteotomía diafisaria en *scarf*, que lateraliza la diáfisis, a su vez corrige el complejo sesamoideo respecto a la cabeza del primer metatarsiano, lo que supondría mejorar el balance de los sesamoideos y repercutir en la mejora del resultado funcional.

Es difícil la comparación de nuestros resultados con la literatura porque, a nuestro entender, solo tres estudios han valorado la posición de los sesamoideos tras la realización de la osteotomía en *scarf* (objetivo de nuestro estudio) y su relación con los resultados funcionales y la satisfacción del paciente (Zitouna et al., 2019; Chen et al., 2016; Wilson et al., 2009). Acorde con nuestros resultados, Chen et al (2016) encontraron que, aunque no había diferencias en la escala AOFAS entre sesamoideos reducidos y no reducidos a los 6 meses de seguimiento, la posición de los sesamoideos a los dos años era un factor predictor del resultado funcional. Estos autores analizaron la posición de los sesamoideos en 250 pies mediante la clasificación radiológica de Hardy y Clapham (1951) y los resultados clínicos por las escalas AOFAS y EVA, así como la satisfacción del paciente. Para la liberación de los sesamoideos utilizaron la liberación lateral de partes blandas de

McBride (1928). Sin embargo, la corrección del HV fue realizada con una heterogeneidad de técnicas (chevron distal, Lapidus y *scarf*).

Contrariamente, otros dos estudios discrepan de nuestros resultados, concluyendo que la posición de los sesamoideos no se correlacionaba con el resultado clínico tras la osteotomía en *scarf*. Wilson et al (2009), analizaron 46 pacientes con osteotomías en *scarf* y liberación del sesamoideo lateral, comparando la satisfacción del paciente en relación con la posición de los sesamoideos valorada mediante la clasificación radiológica AOFAS (1984). Sin embargo, el estudio era retrospectivo y con limitado tamaño muestral; no aportaron el método de liberación de partes blandas; las mediciones radiológicas se realizaron tempranamente, a los 3 meses tras la intervención, lo que pudo alterar los resultados entre la posición de los sesamoideos a más plazo; y la satisfacción fue evaluada mediante un cuestionario durante un año de seguimiento, y no empleando una escala validada.

En un estudio más reciente, Zitouna et al (2019) coincidieron con los resultados de Wilson et al (2009). Ellos estudiaron 46 pacientes con osteotomías en *scarf*, pero sin asociar liberación de partes blandas, seguidos durante un año. Evaluaron los resultados clínicos por la escala AOFAS, las mediciones angulares y la posición de los sesamoideos (3 medidas radiológicas: posición sesamoideo medial mediante las clasificaciones recomendadas por la AOFAS (1984) y por Hardy y Clapham (1951) y, la posición sesamoideo lateral en relación al borde lateral de la cabeza del primer metatarsiano) en función de los pacientes agrupados según el resultado funcional de la escala AOFAS postoperatorio categorizada en excelente, bueno, regular y malo. Los autores observaron que no hubo impacto clínico evaluado por el cirujano mediante la escala AOFAS en la reducción incorrecta de la posición de los sesamoideos. Sin embargo, era un estudio retrospectivo y de limitado tamaño muestral, lo que pudo influir en sus conclusiones.

De los resultados subjetivos percibidos por el paciente

Resultado funcional medido por la calidad de vida percibida por el paciente (escala SEFAS)

La elevada incidencia de HV y las diferentes opciones de tratamiento quirúrgico justifican la necesidad de un consenso sobre la medición de resultados (Schrier et al., 2015). La valoración de los síntomas percibidos por el paciente debe ser una parte integrante de la evaluación de los resultados antes y después de la cirugía. La escala SEFAS ha demostrado buenas propiedades de fiabilidad, validez y capacidad de respuesta en la

patología del antepié (Cöster et al., 2017; Cöster et al., 2014; Cöster, 2014), recomendándose en la evaluación del tratamiento del HV (Schrier et al 2015), siendo sencilla de realizar por el paciente.

En nuestro estudio, se encontró una mejoría significativa en la escala SEFAS en ambos grupos, con una diferencia entre el preoperatorio y el año de seguimiento de 19,3 puntos (de 24,2/48 a 43,5/48). Esto sugiere que la osteotomía en *scarf* proporcionaba una mejora en la calidad de vida percibida por el paciente, en cuanto al dolor, en base a las molestias residuales, a la facilidad de andar prolongadamente, la necesidad de calzado convencional y la calidad de vida. Sin embargo, al comparar los pacientes con sesamoideos reducidos y los que no, la calidad de vida percibida al año de seguimiento era significativamente mejor en los pacientes con sesamoideos reducidos (46/48) que en los no reducidos (39,9/48).

Un aspecto importante en la mejoría tras una cirugía es el concepto de diferencia clínica mínimamente importante (DCMI), definido como el más pequeño que los pacientes perciben como importante y es considerado clave para definir el punto en el que un tratamiento quirúrgico es clínicamente relevante (previo a la intervención y al final del seguimiento). En los pacientes con deformidades en el pie el CMI es de 5 puntos para la escala SEFAS (Cöster et al., 2017). En nuestro estudio, se observó que la mejoría media era de 6,1 puntos. Nuestro resultado sugiere, al interpretar los cambios en la puntuación, que la posición correcta de los sesamoideos, además de demostrar diferencias estadísticamente significativas en la escala SEFAS, la diferencia comparando ambos grupos era clínicamente relevante en el efecto del tratamiento quirúrgico con un efecto positivo en la calidad de vida percibida por el paciente, siendo desde la perspectiva del paciente un procedimiento adecuado.

Nuestros resultados no pudieron ser comparados con la literatura previa debido a la ausencia de datos sobre la osteotomía en *scarf* y la escala SEFAS. Wilson et al (2009), en su recopilación de datos cualitativos para evaluar la satisfacción del paciente, englobaron una serie de preguntas (entre ellas el alivio de los síntomas) que podría asemejarse a un cuestionario para valorar la calidad de vida percibida por el paciente, pero sin tener validez ni fiabilidad. Mención aparte merece un reciente estudio (Nilsdotter et al., 2019) pero hace referencia a la osteotomía de chevron distal y sin liberación de partes blandas, en el cual observaron una mejoría significativa en la escala SEFAS acordes a nuestros resultados.

Evaluación subjetiva del dolor (escala visual analógica, EVA)

La escala EVA se ha considerado una medida de resultado importante para la valoración de la corrección de la cirugía del HV (Wülker y Mittag, 2012). En nuestro estudio, con la osteotomía en *scarf* se observó que la puntuación del dolor al final del seguimiento fue significativamente menor que la preoperatoria (de 7,7/10 a 1,6 /10), con una mejora media global de 6,1 puntos entre el preoperatorio y el final del seguimiento. En estudios comparativos se observó que nuestros resultados son similares a lo publicado previamente sin distinción entre grupos (Castioni et al., 2019; Chen et al., 2016). Por tanto, tanto los pacientes con sesamoideos reducidos como si no, experimentaron una reducción clínicamente significativa del dolor con la osteotomía en *scarf*.

Comparando ambos grupos de nuestro estudio, se observó una diferencia significativa en la mejora de la puntuación en la escala EVA, siendo la puntuación más baja en los pacientes en los que los sesamoideos estaban en posición correcta (7,6/10 preoperatoriamente vs. 0,8/10 finales) comparado con los sesamoideos no reducidos (7,8/10 vs. 2,7/10). La DCMI para la escala EVA se ha considerado entre 1,8 y 5,2 puntos (Sutton et al., 2019). En nuestra serie, los pacientes con sesamoideos reducidos tenían una DCMI en la disminución del dolor de 1,9 puntos comparado con el grupo no reducido, lo que sugiere el efecto que tiene la corrección de los sesamoideos en el alivio del dolor en los pacientes, al ser significativo tanto clínica como estadísticamente. Nuestros resultados fueron ligeramente más elevados y acordes con lo observado por Chen (2016) quien obtuvo una mejoría de 1 punto.

Satisfacción del paciente

Concordante con los resultados previos de las escalas de valoración funcional AOFAS y SEFAS, en nuestro estudio se observó una mejoría significativa de 4,2 puntos en la satisfacción de los pacientes en ambos grupos. Esto concuerda con los resultados descritos por Wilson et al (2009) y Chen et al (2016) para la osteotomía en *scarf*. A diferencia de estos autores, que emplearon métodos de evaluación no validados, en nuestro estudio la satisfacción se evaluó mediante la escala Likert (1932), de amplia difusión y validada que valora la importancia atribuida por los pacientes de la realización de la cirugía.

Así mismo, en nuestro estudio, la satisfacción del paciente con el resultado de la cirugía en la evaluación final era significativamente mejor en el grupo de pacientes con

sesamoideos reducidos (4,5/5) que en los no reducidos (3,9/5). Al categorizar la escala Likert en satisfechos y en insatisfechos, se observó que la tasa de pacientes satisfechos o muy satisfechos era significativamente más alta en los pacientes en los que los sesamoideos estaban reducidos (95,8%) comparado con los no reducidos (65%), lo que sugiere que la corrección de estos tiene efecto en la satisfacción del paciente con la osteotomía en *scarf* al año de seguimiento. No hemos encontrado otros autores que utilicen la escala Likert para la evaluación de la satisfacción al final de seguimiento en la osteotomía en *scarf*.

Chen et al (2016) también encontraron una mayor satisfacción a los dos años tras la osteotomía en *scarf* en los pacientes con sesamoideos reducidos. Contrariamente, Wilson et al (2009) concluyeron que la adecuada posición de los sesamoideos tras la osteotomía en *scarf* no implicaba una mejora en la satisfacción del paciente, pero estos autores utilizaron un cuestionario no validado y sin escala de puntuación.

Al analizar los posibles factores que potencialmente pudiesen influir en la satisfacción del paciente al final del seguimiento, comprobamos que, mediante un análisis multivariante de regresión logística, la posición de los sesamoideos al final del seguimiento, junto con el dolor residual, eran las únicas variables independientes con influencia significativa sobre la satisfacción del paciente con una Odds Ratio de 3,4 y de 2,1 respectivamente. Esto es, los pacientes con sesamoideos reducidos tras la osteotomía en *scarf* tenían 3,4 veces más probabilidad de estar satisfechos en comparación con los pacientes con sesamoideos no reducidos, lo que sugiere que la posición de los sesamoideos tras la osteotomía en *scarf* es un factor importante para la satisfacción del paciente. Del mismo modo, la incorrecta posición de los sesamoideos tenía una probabilidad de 2,1 veces más de dolor residual que los pacientes con sesamoideos reducidos. Consistente con la influencia de la posición de los sesamoideos en la evaluación de la satisfacción y reforzando nuestros resultados, se mostraron los de Chen (2016). Contrariamente Wilson (2009) observó que la posición de los sesamoideos no es un factor influyente en la satisfacción del paciente, estando para este autor la satisfacción ligada a una mejoría radiológica en los ángulos AIM y AHV, que por contra este último dato contrasta con la serie de Chen (2016) y la nuestra, en la que no obtuvimos una relación entre satisfacción y mejoría radiológica no siendo un factor influyente en la satisfacción. Estos resultados obtenidos por Wilson (2009) pueden ser consecuencia del corto periodo de tiempo empleado (3 meses) en la medición de los ángulos radiológicos, tiempo que

consideramos insuficiente para poder identificar los posibles cambios posteriores que se pueden presentar cuando el paciente retorna a su actividad previa a la cirugía.

Fortalezas y limitaciones

A nuestro entender, este es el primer estudio que prospectivamente analiza la influencia sobre el resultado de la posición de los sesamoideos tras la osteotomía en *scarf*. Además de su diseño prospectivo, otras fortalezas son el procedimiento protocolizado, la escasa pérdida de pacientes y la metódica evaluación de resultados con instrumentos validados.

Sin embargo, también tiene diversas debilidades. Las intervenciones fueron realizadas por diversos cirujanos y la experiencia de estos era diversa. El seguimiento postoperatorio era de solo un año; aunque pensamos que ese tiempo era suficiente para valorar los resultados clínicos en el *hallux valgus*, puede que no lo fuera para analizar recidivas u otras complicaciones tardías, aunque esas no eran el objetivo principal del presente estudio.

Por otro lado, la evidencia aportada por un estudio de cohorte prospectivo es menor que el de un ensayo clínico. Sin embargo, este último no es éticamente posible para nuestro objetivo, ya que representaría que los sesamoideos se redujeran en unos pacientes y no en otros de manera aleatorizada.

Universitat d'Alacant
Universidad de Alicante

VII. CONCLUSIONES

1^a. La osteotomía en *scarf* es una técnica quirúrgica efectiva para el *hallux valgus*, mejorando los parámetros radiológicos y la función.

2^a. La evaluación objetiva de resultados por el cirujano no se corresponde con la evaluación subjetiva por el paciente.

3^a. La posición de los sesamoideos tiene una influencia importante sobre el dolor, calidad de vida y satisfacción del paciente.

4^a. En aquellos pacientes en los que pudo obtenerse una adecuada reducción de los sesamoideos los resultados percibidos por el paciente fueron mejores.

5^a. Por todo lo anterior, nosotros aconsejamos al cirujano que sea cuidadoso en los gestos quirúrgicos asociados sobre las partes blandas, a fin de asegurar la correcta reducción de los sesamoideos.

Universitat d'Alacant
Universidad de Alicante

VIII. BIBLIOGRAFÍA

- Acevedo JI, Sammarco VJ, Boucher HR, Parks BG, Schon LC, Myerson MS (2002). Mechanical comparison of cyclic loading in five different first metatarsal shaft osteotomies. *Foot Ankle Int* 23(8):711-16.
- Aiyer AA, Shariff R, Ying L, Shub J, Myerson MS (2014). Prevalence of metatarsus adductus in patients undergoing hallux valgus surgery. *Foot Ankle Int* 35(12):1292-7.
- Akin O (1925). The treatment of hallux valgus: a new operative procedure and its results. *Med Sentinel* 33:678-9.
- Aper RL, Saltzman CL, Brown TD (1996). The effect of hallux sesamoid excision on the flexor hallucis longus moment arm. *Clin Orthop Relat Res* (325):209-17.
- Arandes R, Viladot A (1953). Biomecánica del calcaneo. *Med Clini* año XI (num 1)
- Arbab D, Schneider LM, Schnurr C, Bouillon B, Eysel P, König D (2018). Current diagnostic and therapeutic approach for hallux valgus deformity - results of a nationwide survey and comparison with the international literature. *Z Orthop Unfall* 156(02):193-9.
- Arbeeva L, Yau M, Mitchell BD, Jackson RD, Ryan K, Golightly YM, et al (2020). Genome-wide meta-analysis identified novel variant associated with hallux valgus in caucasians. *J Foot Ankle Res* 13(1):1-11.
- Atbaşı Z, Erdem Y, Kose O, Demiralp B, Ilkbahar S, Tekin,HO (2020). Relationship between hallux valgus and pes planus: real or fiction? *J Foot Ankle Surg* 59(3): 513-7.
- Austin DW (1981). A new osteotomy for hallux valgus: a horizontally directed "V" displacement osteotomy of the metatarsal head for hallux valgus and primus varus. *Clin Orthop Relat Res* 157:25-30.
- Badlissi F, Dunn JE, Link CL, Keysor JJ, McKinlay JB, Felson DT (2005). Foot musculoskeletal disorders, pain, and foot-related functional limitation in older persons. *J Am Geriatr Soc* 53(6):1029-33.
- Banks et al (1994). Juvenile hallux abducto valgus association with metatarsus adductus. *J Am Podiatr Med Assoc* 84(5):219-24.
- Baravarian B, Ben-Ad R (2014). Contemporary approaches and advancements to the lapidus procedure. *Clin Podiatr Med Surg* 31(2):299-308.

- Barouk L (2000). Scarf osteotomy for hallux valgus correction. Local anatomy, surgical technique, and combination with other forefoot procedures. *Foot Ankle Clin* 5(3):525–58.
- Barouk LS (2014). The effect of gastrocnemius tightness on the pathogenesis of juvenile hallux valgus: A preliminary study. *Foot Ankle Clin* 19(4):807–22.
- Barouk LS (1991). Scarf osteotomy of the first metatarsal in the treatment of hallux valgus. *Foot Dis* 2:35–48.
- Barroso Gómez P, Herrera Lara ME, Murillo González JA, Becerro de Bengoa Vallejo R (2016). Los sesamoideos de la articulación metatarsofalángica del primer dedo: una revisión sistemática. *Rev Int Cien Podol* 11(1):8–26.
- Bauer T, Biau D, Lortat-Jacob A, Hardy P (2010). Percutaneous hallux valgus correction using the Reverdin-Isham osteotomy. *Orthop Traumatol Surg Res* 96(4):407–16.
- Bauer T, Lortat-Jacob A, Hardy P (2010). First metatarsophalangeal joint percutaneous arthrodesis. *Orthop Traumatol Surg Res* 96(5):567–73.
- Beighton PHF (1969). Orthopaedic aspects of the Ehlers-Danlos syndrome. *J Bone Joint Surg Br* 51(3):444–53.
- Beischer AD, Ammon P, Corniou A, Myerson M (2005). Three-dimensional computer analysis of the modified Ludloff osteotomy. *Foot Ankle Int* 26(8):627–32.
- Bellaaj Z, Dhia SB, Allagui M, Aloui I, Othmen Y, Zrig M, et al (2018). Treatments associated with scarf osteotomy for hallux valgus correction. *Pan Afr Med J* 31:1–6.
- Bennett G, Kay D, Sabatta J (2005). First metatarsophalangeal joint arthrodesis: an evaluation of hardware failure. *Foot Ankle Int* 26(8):593–96.
- Benvenuti F, Ferrucci L, Guralnik JM, Gangemi S, Baroni A. (1995). Foot pain and disability in older persons: an epidemiologic survey. *J Am Geriatr Soc* 43(5):479–84.
- Bia A, Guerra-Pinto F, Pereira BS, Corte-Real N, Oliva XM (2018). Percutaneous osteotomies in hallux valgus: a systematic review. *J Foot Ankle Surg* 57(1):123–30.
- Biz C, Favero L, Stecco C, Aldegheri R (2012). Hypermobility of the first ray in ballet dancer. *Muscles Ligaments Tendons J* 2(4):282–8.
- Biz, C, Maso G, Malgarini E, Tagliapietra J, Ruggieri P (2020). Hypermobility of the first ray: the cinderella of the measurements conventionally assessed for correction of hallux valgus. *Acta Biomed* 91:47–59.
- Bonnel F, Teissier P (2013). Anatomía topográfica del pie retropié : cuello del pie, 1–13. Doi:10.1016/S1762-827X(13)64005-5

- Bösch P, Wanke S, Legenstein R. (2000). Hallux valgus correction by the method of Bösch: a new technique with a seven-to-ten-year follow-up. *Foot Ankle Clin* 5(3):485–98.
- Brage ME, Holmes JR, Sangeorzan BJ (1994). The influence of x-ray orientation on the first metatarsocuneiform joint angle. *Foot Ankle Int* 15(9):495–7.
- Brandes M (1929). For surgical therapy of hallux valgus. *Zbl Chir* 1 (56):2434–40.
- Brewster M (2010). Does total joint replacement or arthrodesis of the first metatarsophalangeal joint yield better functional results? A systematic review of the literature. *J Foot Ankle Surg* 49(6):546–52.
- Brodsky JW, Passmore RN, Pollo FE, Shabat S (2005). Functional outcome of arthrodesis of the first metatarsophalangeal joint using parallel screw fixation. *Foot Ankle Int* 26(2):140–6.
- Brogan K, Voller T, Gee C, Borbely T, Palmer S (2014). Third-generation minimally invasive correction of hallux valgus: technique and early outcomes. *Int Orthop* 38(10):2115–21.
- Bryant A, Tinley P, Singer K (2000). A comparison of radiographic measurements in normal, hallux valgus, and hallux limitus feet. *J Foot Ankle Surg* 39(1):39–43.
- Buell T, Green DR, R J (1988). Measurement of the first metatarsophalangeal joint range of motion. *J Am Podiatr Med Assoc* 78(9):439–48.
- Burutaran JM (1976). Hallux valgus y cortedad anatomica del primer metatarsano (correction quirurgica). *Actual Med Chir Pied (XIII)*:261–66.
- Carl A, Ross S, Evanski P, Waugh T (1988). Hypermobility in hallux valgus. *Foot Ankle Int* 8(5):264–70.
- Castillo-Lopez JM, Ramos-Ortega J, Reina-Bueno M, Domínguez-Maldonado G, Palomo-Toucedo IC, Munuera PV (2014). Hallux abductus interphalangeus in normal feet, earlystage hallux limitus, and hallux valgus. *J Am Podiatr Med Assoc* 104(2):169–73.
- Castioni D, Fanelli D, Gasparini G, Iannò B, Galasso O.(2019). Scarf osteotomy for the treatment of moderate to severe hallux valgus: analysis of predictors for midterm outcomes and recurrence. *Foot Ankle Surg* 1–6. Doi: 10.1016/j.fas.2019.05.013
- Cavanagh PR, Michiyoshi A (1980). A technique for the display of pressure distributions beneath the foot 13:69–75.
- Cavanagh PR, Rodgers MM, Liboshi A (1987). Pressure distribution under symptom-free feet during barefoot standing. *Foot Ankle* 7(5):262–76.

- Ceccarelli F, Calderazzi F, Pedrazzi G (2014). Is there a relation between AOFAS ankle-hindfoot score and SF-36 in evaluation of achilles ruptures treated by percutaneous technique? *J Foot Ankle Surg* 53(1):16–21.
- Cervi S, Fioruzzi A, Bisogno L, Fioruzzi C (2014). Percutaneous surgery of allux valgus: risks and limitation in our experience. *Acta Biomed* 85(2):107–112.
- Chan HY, Chen JY, Zainul-Abidin , Ying, H, Koo K, Rikhray IS (2017). Minimal clinically important differences for American Orthopaedic Foot and Ankle Society Score in hallux valgus surgery. *Foot Ankle Int* 38(5):551–7.
- Chen JY, Ang BFH, Jiang L, Yeo NEM, Koo K, Singh Rikhray I (2016). Pain resolution after hallux valgus surgery. *Foot Ankle Int* 37(10):1071–5.
- Chen JY, Rikhray K, Gatot C, Lee JYY, Singh Rikhray I (2016). Tibial sesamoid position influence on functional outcome and satisfaction after hallux valgus surgery. *Foot Ankle Int* 37(11):1178–82.
- Chi TD, Davitt J, Younger A, Holt S, Sangeorzan BJ (2002). Intra and inter-observer reliability of the distal metatarsal articular angle in adult hallux valgus. *Foot Ankle Int* 23(8):722–6.
- Chiodo CP, Schon LC, Myerson MS (2004). Clinical results with the Ludloff osteotomy for correction of adult hallux valgus. *Foot Ankle Int* 25(8):532–6.
- Cho NH, Kim S, Kwon DJ, Kim HA (2009). The prevalence of hallux valgus and its association with foot pain and function in a rural Korean community. *J Bone Joint Surg Br* 91(4):494–8.
- Choi JH, Zide JR, Coleman SC, Brodsky JW (2013). Prospective study of the treatment of adult primary hallux valgus with scarf osteotomy and soft tissue realignment. *Foot Ankle Int* 34(5):684–90.
- Choi WJ, Yoon HK, Yoon HS, Kim BS, Lee JW (2009). Comparison of the proximal chevron and Ludloff osteotomies for the correction of hallux valgus. *Foot Ankle Int* 30(12):1154–60.
- Choi YR, Lee SJ, Kim JH, Kim TH, Oh CH (2018). Effect of metatarsal osteotomy and open lateral soft tissue procedure on sesamoid position: radiological assessment. *J Orthop Surg Res* 13(1):11–15.
- Cisar J, Holz U, Jenninger W, Uhlig C (1983). Ludloff's osteotomy in hallux valgus surgery. *Aktuelle Traumatol* 13(6):247–9.

- Claassen L, Plaass C, Pastor MF, Ettinger S, Wellmann M, Stukenborg-Colsman C, et al (2017). First metatarsophalangeal joint arthrodesis: a retrospective comparison of crossed-screws, locking and non-locking plate fixation with lag screw. *Arch Bone Jt Surg* 5(4):221–5.
- Clark HR, Veith RG, H. S. J. (1987). Adolescent bunions treated by the modified Lapidus procedure. *Bull Hosp Jt Dis Orthop Inst* 47(2):109–22.
- Coetzee JC (2003). Scarf osteotomy for hallux valgus repair: the dark side. *Foot Ankle Int* 24(1):29–33.
- Coetzee JC, Resig SG, Kuskowski M, Saleh KJ (2003). The Lapidus, procedure as salvage after failed surgical treatment of hallux valgus. *J Bone Joint Surg Am* 85(1):60–5.
- Coetzee JC, Rippstein P (2007). Surgical strategies: scarf osteotomy for hallux valgus. *Foot Ankle Int* 28(4):529–35.
- Coetzee JC, Wickum D (2004). The Lapidus procedure: a prospective cohort outcome study. *Foot Ankle Int* 25(8):526–31.
- Cohen BE (2009). Hallux sesamoid disorders. *Foot Ankle Clin* 14(1):91–104.
- Condon F, Kaliszer M, Conhyea D, O'Donnell T, Shaju A, Masterson E (2002). The first intermetatarsal angle in hallux valgus: an analysis of measurement reliability and the error involved. *Foot Ankle Int* 23(8):717–21.
- Cornwall MW, Mcpoil TG (2002). Motion of the calcaneus, navicular, and first metatarsal during the stance phase of walking *J Am Podiatr Med Assoc* 92(2):67–76.
- Cöster MC, Bremander A, Rosengren BE, Magnusson H, Carlsson Å, Karlsson MK (2014). Validity, reliability, and responsiveness of the Self-reported Foot and Ankle Score (SEFAS) in forefoot, hindfoot, and ankle disorders. *Acta Orthop* 85(2):187–94.
- Cöster MC, Nilsson A, Brudin L, Bremander A (2017). Minimally important change, measurement error, and responsiveness for the Self-Reported Foot and Ankle score. *Acta Orthop* 88(3):300–4.
- Cöster MC, Rosengren BE, Bremander A, Brudin L, Karlsson MK (2014). Comparison of the Self-Reported Foot and Ankle Score (SEFAS) and the American Orthopedic Foot and Ankle Society Score (AOFAS). *Foot Ankle Int* 35(10): 1031–6.
- Cöster M, Karlsson MK, Nilsson JÅ, Carlsson Å (2012). Validity, reliability, and responsiveness of a self-reported foot and ankle score (SEFAS). *Acta Orthop* 83(2):197–203.

- Cottom JM, Vora AM (2013). Fixation of lapidus arthrodesis with a plantar interfragmentary screw and medial locking plate: a report of 88 cases. *J Foot Ankle Surg* 52(4):465–9.
- Coughlin M (1996). Hallux valgus. *J Bone Joint Surg Am*,78(6):932–66.
- Coughlin M, Carlson R (1999). Treatment of hallux valgus with increased distal metatarsal articular angle: use of double and triple osteotomies. *Foot Ankle Int* 20:762–70.
- Coughlin M, Grebing B, Jones C (2005). Arthrodesis of the first metatarsophalangeal joint for idiopathic hallux valgus: intermediate results. *Foot Ankle Int* 26:783–92.
- Coughlin MJ (1995). Juvenile hallux valgus: etiology and treatment. *Foot Ankle Int* 16(11):682–97.
- Coughlin MJ, Jones CP (2007). Hallux valgus: demographics, etiology, and radiographic assessment. *Foot Ankle Int* 28(7):759–77.
- Coughlin MJ, Jones CP (2007). Hallux valgus and first ray mobility: a prospective study. *J Bone Joint Surg Am* 89(9):1887–98.
- Coughlin MJ, Saltzman CL, Nunley JA (2002). Angular measurements in the evaluation of hallux valgus deformities: a report of the ad hoc Committee of the American Orthopædic Foot and Ankle Society on angular measurements. *Foot Ankle Int* 23(1):68–74.
- Coughlin MJ, Shurnas PS (2003). Hallux rigidus: demographics, etiology, and radiographic assessment. *Foot Ankle Int* 24(10):731–43.
- Coughlin MJ, Shurnas PS (2003). Hallux valgus in men part II: first ray mobility after bunionectomy and factors associated with hallux valgus deformity. *Foot Ankle Int* 24(1):73–8.
- Coughlin M, Mann R (2011). Pie y tobillo. In *Pie y Tobillo*. Madrid : Ed. Marbán, pp. 157–314
- Coughlin MJ, Freund E (2001). The reliability of angular measurements in hallux valgus deformities michael. *Foot Ankle Int* 22(5):369–79.
- Coull R, Stephens MM (2002). Operative decision making in hallux valgus. *Curr Orthop* 16(3):180–6.
- Crevoisier X, Mouhsine E, Ortolano V, Udin B, Dutoit M, Crevoisier X, et al (2001). The scarf osteotomy for the treatment of hallux valgus deformity: a review of 84 cases. *Foot Ankle Int* 22(12):970–6.

- Crosby LA, Bozarth GR (1998). Fixation comparison for chevron osteotomies. *Foot Ankle Int* 19(1):41-3.
- D'Arcangelo PR, Landorf KB, Munteanu SE, Zammit GV, Menz HB (2010). Radiographic correlates of hallux valgus severity in older people. *J Foot and Ankle Res* 3(1):1-9.
- Dawoodi AIS, Perera A (2012). Reliability of metatarsus adductus angle and correlation with hallux valgus. *Foot Ankle Surg* 18(3):180-6.
- Dayton P, Feilmeier M, Hunziker B, Nielsen T, Reimer RA (2014). Reduction of the intermetatarsal angle after first metatarsal phalangeal joint arthrodesis: a systematic review. *J Foot Ankle Surg* 53(5):620-3.
- De Prado M, Ripoll PGP(2003). Cirugía percutánea del pie. Técnicas quirúrgicas, indicaciones y bases anatómicas. (Masson, Ed.).
- Deenik AR, De Visser E, Louwerens JW, Malefijt MDW, Draijer FF, De Bie RA (2008). Hallux valgus angle as main predictor for correction of hallux valgus. *BMC Musculoskelet Disord* 9:1-6.
- Deenik AR, Van Mameren H, Visser E, Malefijt MDW, Draijer F, Bie R (2008). Equivalent correction in scarf and chevron osteotomy in moderate and severe hallux valgus: a randomized controlled trial. *Foot Ankle Int* 29(12):1209-15.
- Deenik A, Verburg A, Louwerens JW, Malefijt MDW, Bie R (2016). Evidence of treatment algorithms for hallux valgus. *JSM Foot Ankle* 1(1):1-6.
- Dessouky R, Heineman N, Zhang L, Hummel J, Skweres J, Wukich D, et al (2018). Hallux valgus and metatarsus adductus measurements: inter-reader reliability and correlations on radiographs and MRI. *Clin Radiol* 73(12):1057.e7-1057.e11. Doi: 10.1016/j.crad.2018.08.004
- DiGiovanni CW, Kuo R, Tejwani N, Price R, Hansen ST, Cziernecki J, Sangeorzan BJ (2002). Isolated gastrocnemius tightness. *J Bone Joint Surg Am* 84(6): 962-70.
- Domínguez G, Munuera PV, Pod L (2008). Metatarsus adductus angle in male and female feet normal values with two measurement techniques. *J Am Podiatr Med Assoc* 98(5):364-9.
- Donnelly RE, Saltzman CL, Kile TA, Johnson KA (1994). Modified chevron osteotomy for hallux valgus. *Foot Ankle Int* 15(12):642-5.
- Dufour AB, Casey VA, Golightl YM, Hannan MT (2014). Characteristics associated with hallux valgus in a population-based foot study of older adults. *Arthritis Care Res* 66(12):1880-6.

- Dullaert K, Hagen J, Klos K, Gueorguiev B, Lenz M, Richards RG, Simons P (2016). The influence of the peroneus longus muscle on the foot under axial loading: a CT evaluated dynamic cadaveric model study. *Clin Biomech* 34:7–11.
- Dykyj D, Ateshian GA, Trepal MJ, Macdonald LR (2001). Articular geometry of the medial tarsometatarsal joint in the foot: comparison of metatarsus primus adductus and metatarsus primus rectus. *J Foot Ankle Surg* 40(6):357–65.
- Easley ME, Kiebzak GM, Davis WH, Anderson RB (1996). Prospective, randomized comparison of proximal crescentic and proximal chevron osteotomies for correction of hallux valgus deformity. *Foot Ankle Int* 17(6):307–16.
- Easley ME, Trnka HJ (2007a). Current concepts review: hallux valgus part 1: pathomechanics, clinical assessment, and nonoperative management. *Foot Ankle Int* 28(5):654–9.
- Easley ME, Trnka HJ (2007b). Current concepts review: hallux valgus part II: operative treatment. *Foot Ankle Int* 28(6):748–58.
- Einarsdottir H, Troell S, Wykman A (1995). Hallux valgus in ballet dancers: a myth? *Foot Ankle Int* 16(2):92–4.
- Ellington JK, Jones CP, Cohen BE, Davis WH, Nickisch F, Anderson RB (2010). Review of 107 hallux MTP joint arthrodesis using dome-shaped reamers and a stainless-steel dorsal plate. *Foot Ankle Int* 31(5):385–90.
- Engel et al (1983). A simplified metatarsus adductus angle. *J Am Podiatr Med Assoc*, 73(12):620–8.
- Esemenli T, Yildirim Y, Bezer M (2003). Lateral shifting of the first metatarsal head in hallux valgus surgery: effect on sesamoid reduction. *Foot Ankle Int* 24(12): 922–6.
- Faber FWM, Van Kampen PM, Bloembergen MW (2013). Long-term results of the Hohmann and Lapidus procedure for the correction of hallux valgus: a prospective, randomised trial with eight- to 11-year follow-up involving 101 feet. *Bone Joint J* 95 B(9):1222–6.
- Faber FWM, Mulder PGH, Verhaar JAN (2004). Role of first ray hypermobility in the outcome of the hohmann and the Lapidus procedure. *J Bone Joint Surg* 86(3):486–95.
- Ferrari J, Hopkinson DA, Linney AD (2004). Size and shape differences between male and female foot bones. *J Am Podiatr Med Assoc* 94(5):434–52.

- Ferrari J, Malone-Lee J (2002). Relationship between proximal articular set angle and hallux abducto valgus. *J Am Podiatr Med Assoc* 92(6):331–5.
- Ferrari J, Malone-Lee J (2002). The shape of the metatarsal head as a cause of hallux abductovalgus. *Foot Ankle Int* 23(3):236–42.
- Ferrari J, Malone-Lee J (2003). A radiographic study of the relationship between metatarsus adductus and hallux valgus. *J Foot Ankle Surg* 42(1):9–14.
- Fraissler L, Konrads C, Hoberg M, Rudert M, Walcher M (2016). Treatment of hallux valgus deformity. *EFORT Open Rev* 1(8):295–302.
- Frey C, Zamora J (2007). The effects of obesity on orthopaedic foot and ankle pathology. *Foot Ankle Int* 28(9):996–9.
- Fuhrmann RA, Layher F, Wetzell WD (2003). Radiographic changes in forefoot geometry with weightbearing. *Foot Ankle Int* 24(4):326–31.
- Galli MM, McAlister JE, Berlet GC, Hyer CF (2015). Enhanced Lapidus arthrodesis: crossed screw technique with middle cuneiform fixation further reduces sagittal mobility. *J Foot Ankle Surg* 54(3):437–40.
- Galois L (2018). History of surgical treatments for hallux valgus. *Eur J Orthop Surg Traumatol* 28(8):1633–9.
- Garrow AP, Papageorgiou A, Silman AJ, Thomas E, Jayson MIV, Macfarlane GJ (2001). The grading of hallux valgus: the Manchester scale. *J Am Podiatr Med Assoc* 91(2):74–8.
- Geng X, Wang C, Ma X, Wang X, Huang J, Zhang C, et al (2015). Mobility of the first metatarsal-cuneiform joint in patients with and without hallux valgus: in vivo three-dimensional analysis using computerized tomography scan. *J Orthop Surg Res* 10(1):1–7.
- Geng X, Zhang C, Ma X, Wang X, Huang J, Xu J, Wang C (2016). Lateral sesamoid position relative to the second metatarsal in feet with and without hallux valgus: a prospective study. *J Foot Ankle Surg* 55(1):136–9.
- Giannini S, Faldini C, Nanni , Di Martino A, Luciani D, Vannini F (2013). A minimally invasive technique for surgical treatment of hallux valgus: Simple, Effective, Rapid, Inexpensive (SERI). *Int Orthop* 37(9):1805–13.
- Glasoe WM, Allen MK, Saltzman CL, Ludewig PM, Sublett SH (2002). Comparison of two methods used to assess first-ray mobility. *Foot Ankle Int* 23(3):248–52.
- Glasoe WM, Yack HJ, Saltzman CL (1999). Anatomy and biomechanics of the first ray. *Phys Ther* 79(9):854–9.

- Gómez PB, Eugenio M, Lara H, Alfonso J, González M, Becerro R, et al (2017). Los sesamoideos de la articulación metatarsofalángica del primer dedo : una revisión sistemática. *Rev Int Cienc Podol* 11(1):8–26.
- González-Martín C, Alonso-Tajes F, Pérez-García S, Seoane-Pillado MT, Pérttega-Díaz S, Couceiro-Sánche E, et al. Hallux valgus in a random population in Spain and its impact on quality of life and functionality. *Rheumatol Int* 37(11):1899–1907.
- Goucher NR, Coughlin MJ (2006). Hallux metatarsophalangeal joint arthrodesis using dome-shaped reamers and dorsal plate fixation: a prospective study. *Foot Ankle Int* 27(11):869–76.
- Granberry WM, Hickey CH (1995). Hallux valgus correction with metatarsal osteotomy: effect of a lateral distal soft tissue procedure. *FootAnkle Int* 16(3):132–8.
- Grebing BR, Coughlin MJ (2004). Evaluation of Morton's theory of second metatarsal hypertrophy. *J Bone Joint Surg Am* 86(7):1375–86.
- Grebing BR, Coughlin MJ (2004). The effect of ankle position on the exam for first ray mobility. *Foot Ankle Int* 25(7):467–75.
- Grimes JS, Coughlin MJ (2006). First metatarsophalangeal joint arthrodesis as a treatment for failed hallux valgus surgery. *Foot Ankle Int* 27(11):887–93.
- Grle M, Vrgoc G, Bohacek I, Hohnjec V, Martinac M, Brkic I, et al (2017). Surgical treatment of moderate hallux valgus: a comparison of distal chevron metatarsal osteotomy with and without lateral soft-tissue release. *Foot Ankle Spec* 10(6):524–30.
- Hannan MT, Menz HB, Jordan JM, Cupples LA, Cheng CH, Hsu YH (2013). High heritability of hallux valgus and lesser toe deformities in adult men and women. *Arthritis Care Res* 65(9):1515–21.
- Harb Z, Kokkinakis M, Ismail H, Spence G (2015). Adolescent hallux valgus: a systematic review of outcomes following surgery. *J Child Orthop* 9(2):105–12.
- Hardy RH, Clapham JC (1951). Observations on hallux valgus; based on a controlled series. *J Bone Joint Surg Br* 33(3):376–91.
- Hardy RH, Clapham JCR (1952). Hallux valgus predisposing anatomical causes. *Lancet* 259(6720):1180–3.
- Kitaoka HB, Alexander IJ, Adelaar RS, Nunley JA, Myerson MS, Sanders M (1994). Clinical rating systems for the ankle-hindfoot, midfoot, hallux, and lesser toes. *Foot Ankle Int* 15(7):349–53.

- Harrison WD, Walker CR (2016). Controversies and trends in united kingdom bunion surgery. *Foot Ankle Clin* 21(2):207–17.
- Hatch DJ, Santrock RD, Smith B, Dayton P, Weil L (2018). Triplane hallux abducto valgus classification. *J Foot Ankle Surg* 57(5):972–81.
- Hecht PJ, Lin TJ (2014). Hallux valgus. *Med Clin North Am* 98(2):227–32.
- Heineman N, Chhabra A, Zhang L, Dessouky R, Wukich D (2019). Point vs. traditional method evaluation of hallux valgus: interreader reliability and intermethod performance using X-ray and MRI. *Skeletal Radiol* 48(2):251–7.
- Heineman N, Liu G, Pacicco T, Dessouky R, Wukich DK, Chhabra, A. (2020). Clinical and imaging assessment and treatment of hallux valgus. *Acta Radiol* 61(1):56–66.
- Heineman N, Xi Y, Zhang L, Dessouky R, Hummel J, Skweres J, et al (2018). Hallux valgus evaluation on MRI: can measurements validated on radiographs be used? *J Foot Ankle Surg* 57(2):305–8.
- Helmy N, Vienne P, Von Campe A, Espinosa N (2009). Treatment of hallux valgus deformity: preliminary results with a modified distal metatarsal osteotomy. *Acta Orthop Belg* 75(5):661–70.
- Hernández-Castillejo LE., Martínez Vizcaíno V, Garrido-Miguel M, Cavero-Redondo I, Pozuelo-Carrascosa DP, Álvarez-Bueno C (2020). Effectiveness of hallux valgus surgery on patient quality of life: a systematic review and meta-analysis. *Acta Orthop* 91(4):450–6.
- Hicks JH (1954). The mechanics of the foot. II. The plantar aponeurosis and the arch. *J Anat* 88(1):25–31.
- Hild GA, McKee PJ (2011). Evaluation and biomechanics of the first ray in the patient with limited motion. *Clin Podiatr Med Surg* 28(2):245–67.
- Hodel S, Viehöfer A, Wirth S (2020). Minimally invasive arthrodesis of the first metatarsophalangeal joint: a systematic literature review. *Foot Ankle Surg* 26(6):601–6.
- Hodor L, Hess T (1995). Shortening Z-osteotomy for the proximal phalanx of the hallux using axial guides. *J Am Podiatr Med Assoc* 85(5):249–54.
- Hofstaetter SG, Gruber F, Ritschl P, Trnka HJ (2006). The modified Ludloff osteotomy to correct the severe splayfoot deformity with hallux valgus deformity. *Z Orthop Ihre Grenzgeb* 144(2):141–7.

- Hogea LM, Hogea BG, Nussbaum LA, Grigoraş ML, Andor BC, Levai C. M, et al (2017). Health-related quality of life in patients with hallux valgus. *Rom J Morphol Embryol* 58(1):175–9.
- Hosman AH, Mason RB, Hobbs T, Rothwell AG (2007). A New Zealand national joint registry review of 202 total ankle replacements followed for up to 6 years. *Acta Orthop* 78(5):584–91.
- Huang CK, Kitaoka HB, An KN, Chao EY (1993). Biomechanical evaluation of longitudinal arch stability. *Foot Ankle* 14(6) 353–57.
- Huang EH, Charlton TP, Ajayi S, Thordarson DB (2013). Effect of various hallux valgus reconstruction on sesamoid location: a radiographic study. *Foot Ankle Int* 34(1):99–103.
- Hunt KJ, Barr CR, Lindsey DP, Chou LB (2012). Locked versus nonlocked plate fixation for first metatarsophalangeal arthrodesis: a biomechanical investigation. *Foot Ankle Int* 33(11):984–990.
- Hunt KJ, Hurwit D (2013). Use of patient-reported outcome measures in foot and ankle research. *J Bone Joint Surg Am* 95(16):1–9.
- Hutton W, Dhanendran P (1981). The mechanics of normal and hallux valgus feet-a quantitative study. *Clin Orthop* 157:7–13.
- Ibrahim T, Beiri A, Azzabi M, Best AJ, Taylor GJ, Menon DK (2007). Reliability and validity of the subjective component of the American Orthopaedic Foot and Ankle Society clinical rating scales. *J Foot Ankle Surg* 46(2):65–74.
- Isham SA (1991). The Reverdin-Isham procedure for the correction of hallux abducto valgus: a distal metatarsal osteotomy procedure. *Clin Podiatr Med Surg* 8(1):81–94.
- Iyer S, Demetracopoulos CA, Sofka CM, Ellis SJ (2015). High rate of recurrence following proximal medial opening wedge osteotomy for correction of moderate hallux valgus. *Foot Ankle Int* 36(7):756–63.
- Jaeschke R, Singer J, Guyatt G (1989). Measurement of health status. ascertaining the minimal clinically important difference. *Clin Trial* 10(4):407–415.
- Jeuken RM, Schotanus MGM, Kort NP, Deenik A, Jong B, Hendrickx RPM (2016). Long-term Follow-up of a randomized controlled trial comparing scarf to chevron osteotomy in hallux valgus correction. *Foot Ankle Int* 37(7):687–95.
- Jones CP, Coughlin MJ, Pierce-Villadot R, Golano P, Kennedy MP, Shumas PS, et al (2005). The validity and reliability of the Klaue device. *Foot Ankle Int* 26(11):951–6.

- Jones S, Al Hussainy HA, Ali F, Betts RP, Flowers MJ (2004). Scarf osteotomy for hallux valgus. A prospective clinical and pedobarographic study. *J Bone Joint Surg Br* 86(6):830–6.
- Joseph TN, Mroczek KJ (2007). Decision making in the treatment of hallux valgus. *Bull NYU Hosp Jt Dis* 65(1):19–23.
- Karabicak GO, Bek N, Tiftikci U (2015). Short-term effects of kinesiotaping on pain and joint alignment in conservative treatment of hallux valgus. *J Manipulative and Physiol Ther* 38(8):564–571.
- Katsui R, Samoto N, Taniguchi A, Akahane M, Isomoto S, Sugimoto K, et al (2016). Relationship between displacement and degenerative changes of the sesamoids in hallux valgus. *Foot Ankle Int* 37(12):1303–9.
- Kaufmann G, Hofmann M, Ulmer H, Putzer D, Hofer P, Dammerer D (2019). Outcomes after scarf osteotomy with and without Akin osteotomy a retrospective comparative study. *J Orthop Surg Res* 14(1):1–9.
- Keller W (1904). The surgical treatment of bunions and hallux valgus. *NY Med J* 80:741–2.
- Kilmartin TE, Barrington RL (1991). Metatarsus primus varus: a statistical study. *J Bone Joint Surg Br* 73(6):937–40.
- Kim JS, Young KW (2018). Sesamoid position in hallux valgus in relation to the coronal rotation of the first metatarsal. *Foot Ankle Clin* 23(2):219–30.
- Kitaoka HB, Franco MG, Weaver AL, Ilstrup DM (1991). Simple bunionectomy with medial capsulorrhaphy. *Foot Ankle* 12(2):86–91.
- Klaue K, Hansen ST, Masquelet AC (1994). Clinical, quantitative assessment of first tarsometatarsal mobility in the sagittal plane and its relation to hallux valgus deformity. *Foot Ankle Int* 15(1):9–13.
- Klos K, Gueorguiev B, Mückley T, Fröber R, Hofmann GO, Schwieger K, Windolf M (2010). Stability of Medial locking plate and compression screw versus two crossed screws for Lapidus arthrodesis. *Foot Ankle Int* 31(2):158–63.
- Klosok JK, Pring DJ, Jessop JH, Maffulli N (1993). Chevron or Wilson metatarsal osteotomy for hallux valgus. A prospective randomised trial. *J Bone Joint Surg Br* 75(5):825–9.
- Klugarova J, Hood V, Bath-Hextall F, Klugar M, Mareckova J, Kelnarova Z (2017). Effectiveness of surgery for adults with hallux valgus deformity: a systematic review. *JBI Database System Rev Implement Rep* 15(6):1671–1710.

- Komeda T, Tanaka Y, Takakura Y, Fujii T, Samoto N, Tamai S (2001). Evaluation of the longitudinal arch of the foot with hallux valgus using a newly developed two-dimensional coordinate system. *J Orthop Sci* 6(2):110–8.
- Koski K, Luukinen H, Laippala P, Kivelä SL (1996). Physiological factors and medications as predictors of injurious falls by elderly people: a prospective population-based study. *Age Ageing* 25(1):29–38.
- Kramer J (1990). The Kramer osteotomy for the treatment of hallux valgus and the digitus quintus varus. *Oper Orthop Traumatol* 2(1):29–38.
- Kristen KH, Berger C, Stelzig S, Thalhammer E, Posch M, Engel A (2002). The scarf osteotomy for the correction of hallux valgus deformities. *Foot Ankle Int* 23(3): 221–9.
- Kumar S, Pradhan R, Rosenfeld PF (2010). First metatarsophalangeal arthrodesis using a dorsal plate and a compression screw. *Foot Ankle Int* 31(9):797–801.
- Kuwano T, Nagamine R, Sakaki K, Urabe K, Iwamoto Y (2002). New radiographic analysis of sesamoid rotation in hallux valgus: comparison with conventional evaluation methods. *Foot Ankle Int* 23(9):811–7.
- La Reaux RL, Lee BR (1987). Metatarsus adductus and hallux abducto valgus: their correlation. *J Foot Surg* 26(4):304–8.
- Lai MC, Chen JY, Ng YH, Chong HC, Koo KOT, Rikhray IS (2018). Clinical and radiological outcomes of concomitant endoscopic gastrocnemius release with scarf osteotomy. *Foot Ankle Surg* 24(4):291–5.
- Lamo-Espinosa JM, Flórez B, Villas C, Pons-Villanueva J, Bondía JM, Aquerreta JD, et al (2015). The relationship between the sesamoid complex and the first metatarsal after hallux valgus surgery without lateral soft-tissue release: a prospective study. *J Foot Ankle Surg* 54(6):1111–5.
- Lapidus PW (1934). The operative correction of metatarsus varus primus in hallux valgus. *Surg Gynecol Obstet* 58:183–91.
- LaPorta GA, Nasser EM, Mulhern JL, Malay DS (2016). The mechanical axis of the first ray: a radiographic assessment in hallux abducto valgus evaluation. *J Foot Ankle Surg* 55(1):28–34.
- Larholt J, Kilmartin TE (2010). Rotational scarf and akin osteotomy for correction of hallux valgus associated with metatarsus adductus. *Foot Ankle Int* 31(3):220–8.

- Law GW, Tay KS, Lim JWS, Zhang KT, Seng C, Yeo NEM, et al (2020). Effect of severity of deformity on clinical outcomes of scarf osteotomies. *Foot Ankle Int* 41(6):705-13.
- Lee KB, Kim MS, Park KS, Lee GW (2019). Importance of postoperative sesamoid reduction on the outcomes of proximal chevron osteotomy for moderate to severe hallux valgus deformity. *Foot Ankle Surg* 25(4):434-40.
- Lee KM, Ahn S, Chung CY, Sung KH, Park MS (2012). Reliability and relationship of radiographic measurements in hallux valgus foot and ankle. *Clin Orthop Relat Res* 470(9):2613-21.
- Li C, Chen W, Xu W, Jiazhang H, Chao Z, Yijun Yz, et al (2014). A reappraisal of the relationship between metatarsus adductus and hallux valgus. *Chin Med J* 127(11):2067-72.
- Likert R (1932). A Technique for the measurement of attitudes. *Archiv Psychol* 140:5-55.
- Lippert FG, Mcdermott JE (1991). Crescentic osteotomy for hallux valgus: a biomechanical study of variables affecting the final position of the first metatarsa. *Foot Ankle* 11:204-7.
- Liuni FM, Berni L, Fontanarosa A, Cepparulo R, Guardoli A, Pellegrini A, et al (2020). Hallux valgus correction with a new percutaneous distal osteotomy: surgical technique and medium term outcomes. *Foot Ankle Surg* 26(1):39-46.
- Llusá M, Meri A (2004). Manual y atlas fotográfico de anatomía del aparato locomotor.
- Lucas DE, Philbin T, Hatic S (2014). The plantar plate of the first metatarsophalangeal joint: an anatomical study. *Foot Ankle Spec* 7(2):108-12.
- Ludloff K (1918). The elimination of the hallux valgus through the oblique plantadorsal osteotomy of the metatarsus. *L Arch Klin Chir* 110:364-87.
- Lui TH (2017). Arthroscopic arthrodesis of the first metatarsophalangeal joint in hallux valgus deformity. *Arthrosc Tech* 6(5):e1481-e1487.
- Machado DG, Da Silva Gondim E, Cohen JC, Amorim LEC (2019). Lateral sesamoid position relative to the second metatarsal in feet with and without hallux valgus. *Rev Bras Ortop* 54(2):165-70.
- Maffulli N, Longo UG, Marinozzi A, Denaro V (2011). Hallux valgus: effectiveness and safety of minimally invasive surgery. A systematic review. *Br Med Bull* 97(1):149-67.

- Magnan B, Samaila E, Viola G, Bartolozzi P (2008). Minimally invasive retrocapital osteotomy of the first metatarsal in hallux valgus deformity. *Oper Orthop Traumatol* 20(1):89-96.
- Mahadevan D, Korim MT, Ghosh A, Allen PE, Bhatia M, Mangwani J (2015). First metatarsophalangeal joint arthrodesis - do joint configuration and preparation technique matter? *Foot Ankle Surg* 21(2):103-7.
- Mainard D, Galois L, Valentin S, Gasnier J, Diligent J (2007). Double metatarsal and phalangeal first ray osteotomy in the treatment of hallux valgus. *Med Chir Pied* 23(3):104-6.
- Mancuso JE, Abramow SP, Landsman MJ, Waldman M, Carioscia M (2003). The zero-plus first metatarsal and its relationship to bunion deformity. *J Foot Ankle Surg* 42(6):319-26.
- Mann RA, Rudicel S, Graves SC (1992). Repair of hallux valgus with a distal soft-tissue procedure and proximal metatarsal osteotomy. A long-term follow-up. *J Bone Joint Surg Am* 74(1):124-9.
- Mansur NSB, de Souza Nery CA (2020). Hypermobility in hallux valgus. *Foot Ankle Clin* 25(1):1-17.
- Manter J (1941). Movements of the subtalar and transverse tarsal joints. *Anat Rec* 80(4):397-410.
- Martinelli N, Giacalone A, Bianchi A, Hosseinzadeh M, Bonifacini C, Malerba F (2018). Distal Akin osteotomy for hallux valgus interphalangeus. *Foot Ankle Surg* 24(3):205-7.
- Martínez Giménez JE, Bustamante Suárez De Puga D, Verdú Román CM, Lizaur Utrilla A (2006). Resultados radiológicos de la osteotomía en chevron modificada por Johnson para la corrección del hallux valgus. *Rev Ortop Traumatol* 50(1):38-42.
- Mau C, Lauber H (1926). Surgical treatment of hallux valgus. *Deutsche Zeit Orthop*, 197:361-77.
- Mc Bride E (1928). A conservative operation for bunions. *J Bone Joint Surg* 10(4): 735-9.
- McCluney JG, Tinley P (2006). Radiographic measurements of patients with juvenile hallux valgus compared with age-matched controls: a cohort investigation. *J Foot Ankle Surg* 45(3):161-7.

- McKean RM, Bergin PF, Watson G, Mehta SK, Tarquinio TA (2016). Radiographic evaluation of intermetatarsal angle correction following first mtp joint arthrodesis for severe hallux valgus. *Foot Ankle Int* 37(11):1183–6.
- Menz HB, Munteanu SE (2005). Radiographic validation of the Manchester scale for the classification of hallux valgus deformity. *Rheumatol* 44(8):1061–6.
- Menz HB, Auhl M, Spink MJ (2018). Foot problems as a risk factor for falls in community-dwelling older people: a systematic review and meta-analysis. *Maturitas* 118:7–14.
- Menz HB, Lord SR (2001). The contribution of foot problems to mobility impairment and falls in community-dwelling older people. *J Am Geriatr Soc* 49(12):1651–6.
- Menz HB, Lord SR (2005). Gait instability in older people with hallux valgus. *Foot Ankle Int* 26(6): 483–9.
- Menz HB, Morris ME (2005). Footwear characteristics and foot problems in older people. *Gerontol* 51(5):346–51.
- Menz HB, Roddy E, Marshall M, Thomas MJ, Rathod T, Peat GM, et al (2016). Epidemiology of shoe wearing patterns over time in older women: associations with foot pain and hallux valgus. *J Gerontol Am Biol Sci Med Sci* 71(12):1682–7.
- Menz HB, Roddy E, Thomas E, Croft PR (2011). Impact of hallux valgus severity on general and foot-specific health-related quality of life. *Arthritis Care Res* 63(3):396–404.
- Mitchell CL, Fleming JL, Allen R, Glenney C (1958). Osteotomy-bunionectomy for hallux valgus. *J Bone Joint Surg Am* 40(1):41–58.
- Mitchell LA, Baxter DE (1991). A Chevron-Akin double osteotomy for correction of hallux valgus. *Foot Ankle Int* 12(1):7–14.
- Mizel MS (1993). The role of the plantar first metatarsal first cuneiform ligament in weightbearing on the first metatarsal *Foot Ankle* 14(2):82–4.
- Moerenhout K, Chopra S, Crevoisier X (2019). Outcome of the modified Lapidus procedure for hallux valgus deformity during the first year following surgery: a prospective clinical and gait analysis study. *Clin Biomech* 61:205–10.
- Molloy A, Widnall J (2014). Scarf osteotomy. *Foot Ankle Clin* 19(2):165–180.
- Morton D (1935). *The human foot; its evolution, physiology and functional disorders*. New York. Columbia University Press.
- Munuera PV, Pol J, Rebollo J (2008). Length of the first metatarsal and hallux in hallux valgus in the initial stage. *Int Orthop* 32(4):489–95.

- Murawski CD, Egan CJ, Kennedy JG (2011). A rotational scarf osteotomy decreases troughing when treating hallux valgus. *Clin Orthop Relat Res* 469(3):847-53.
- Myerson M (2000). *Foot and Ankle disorders*. Capítulo 9. pp:213-88
- Nery C, Barroco R, Réssio C (2002). Biplanar chevron osteotomy. *Foot Ankle Int* 23(9):792-8.
- Nery C, Coughlin MJ, Baumfeld D, Ballerini FJ, Kobata S (2013). Hallux valgus in males- part 1: demographics, etiology, and comparative radiology. *Foot Ankle Int* 34(5):629-35.
- Neumann JA, Reay KD, Bradley KE, Parekh SG (2015). Staple fixation for Akin proximal phalangeal osteotomy in the treatment of hallux valgus interphalangeus. *Foot Ankle Int* 36(4):457-64.
- Nguyen USDT, Hillstrom HJ, Li W, Dufour AB, Kiel DP, Procter-Gray E, et al (2010). Factors associated with hallux valgus in a population-based study of older women and men: the MOBILIZE Boston study. *Osteoarthritis Cartilage* 18(1): 41-6.
- Nilsdotter AK, Cöster ME, Bremander A, Cöster MC (2019). Patient-reported outcome after hallux valgus surgery — a two year follow up. *Foot Ankle Surg* 25(4):478-81.
- Nishimura A, Kato K, Fukuda A, Nakazora S, Yamada T, Uchida A, et al (2014). Prevalence of hallux valgus and risk factors among Japanese community dwellers. *J Orthop Sci* 19(2):257-62.
- Nix SE, Vicenzino BT, Collins NJ, Smith MD (2012). Characteristics of foot structure and footwear associated with hallux valgus: a systematic review. *Osteoarthritis Cartilage* 20(10):1059-74.
- Nix S, Russell T, Vicenzino B, Smith M (2012). Validity and reliability of hallux valgus angle measured on digital photographs. *J Orthop Sports Phys Ther* 42(7):642-48.
- Nix S, Smith M, Vicenzino B. (2010). Prevalence of hallux valgus in the general population: a systematic review and meta-analysis. *J Foot Ankle Res* 27: 3-21
- Nix SE, Vicenzino BT, Collins NJ, Smith MD (2013). Gait parameters associated with hallux valgus: a systematic review. *J Foot Ankle Res* 6(1):9. Doi:10.1186/1757-1146-6-9.
- Nordin M, Frankel VH (2012). *Basic biomechanics of the musculoskeletal system*. Ed. Wolters Kluwer, pp.225-53
- Nyska M (2001). Principles of first metatarsal osteotomies. *Foot Ankle Clin* 6(3):399-408.

- O'Briain DE, Flavin R, Kearns SR (2012). Use of a geometric formula to improve the radiographic correction achieved by the scarf osteotomy. *Foot Ankle Int* 33(8):647–654.
- Okuda R, Kinoshita M, Yasuda T, Jotoku T, Kitano N, Shima H (2007). The shape of the lateral edge of the first metatarsal head as a risk factor for recurrence of hallux valgus. *J Bone Joint Surg Am* 89(10):2163–72.
- Okuda R, Kinoshita M, Yasuda T, Jotoku T, Kitano N, Shima, H (2009). Postoperative incomplete reduction of the sesamoids as a risk factor for recurrence of hallux valgus. *J Bone Joint Surg Am* 91(7):1637–45.
- Oliva F, Longo UG, Maffulli N (2009). Minimally invasive hallux valgus correction. *Orthop Clin North Am* 40(4):525–30.
- Panchbhavi VK, Trevino SG (2004). Evaluation of hallux valgus surgery using computer-assisted radiographic measurements and two direct forefoot parameters. *Foot Ankle Surg* 10(2):59–63.
- Partio N, Ponkilainen VT, Rinkinen V, Honkanen P, Haapasalo H, Laine HJ, et al (2019). Interpositional arthroplasty of the first metatarsophalangeal joint with bioresorbable pldla implant in the treatment of hallux rigidus and arthritic hallux valgus: a 9-year case series follow-up. *Scand J Surg* 1–6. Doi: 10.1177/1457496919893597
- Patel HA, Kalra R, Johnson JL, Huntley SR, Lehtonen EJ, McGwin G, et al (2019). Is interposition arthroplasty a viable option for treatment of moderate to severe hallux rigidus? — A systematic review and meta-analysis. *Foot Ankle Surg* 25(5):571–9.
- Patel S, Ford LA, Etcheverry J, Rush SM, Hamilton GA (2004). Modified Lapidus arthrodesis: rate of nonunion in 227 cases. *J Foot Ankle Surg* 43(1):37–42.
- Pentikainen I, Ojala R, Ohtonen P, Piippo J, Leppilahti J (2014). Preoperative radiological factors correlated to long-term recurrence of hallux valgus following distal chevron osteotomy. *Foot Ankle Int* 35(12):1262–7.
- Perera AM, Orth F, Mason L, Eng M, Stephens MM (2011). The pathogenesis of hallux valgus. *J Bone Joint Surg Am* 93(17):1650–61.
- Peterson DA, Zilberfarb JL, Greene MA, Colgrove RC (1994). Avascular necrosis of the first metatarsal head: incidence in distal osteotomy combined with lateral soft tissue release. *Foot Ankle Int* 15(2):59–63.

- Petroutsas J, Trnka HJ (2005). The Ludloff osteotomy for correction of hallux valgus. *Oper Orthop Traumatol* 17(1):102–117.
- Piqué-Vidal, C., Solé, M. T., & Antich, J. (2007). Hallux Valgus Inheritance: Pedigree Research in 350 Patients With Bunion Deformity. *Journal of Foot and Ankle Surgery*, 46(3), 149–154. <https://doi.org/10.1053/j.jfas.2006.10.011>
- Piqué-Vidal C, Vila J (2009). A geometric analysis of hallux valgus: correlation with clinical assessment of severity. *J Foot Ankle Res* 2(1):1–8.
- Pita-Fernandez S, González-Martín C, Seoane-Pillado T, Pertega-Diaz S, Perez-Garcia S, López-Calviño B (2014). Podiatric medical abnormalities in a random population sample 40 years or older in Spain. *J Am Podiatr Med Assoc* 104(6): 574–82.
- Plattner PF, Van Manen JW (1990). Results of Akin type proximal phalangeal osteotomy for correction of hallux valgus deformity. *Orthopedics* 13(9):989–96.
- Politi J, Hayes J, Njus G, Bennett GL, Kay DB (2003). First metatarsal-phalangeal joint arthrodesis: a biomechanical assessment of stability. *Foot Ankle Int* 24(4):332–7.
- Polokoff M (1962). Raspostectomy. Reduction of exostoses and hypertrophied condyles with files and rasps. *J Am Podiatr Assoc* 52:599–602.
- Pontious J, Mahan KT, Carter S (1994). Characteristics of adolescent hallux abducto valgus. A retrospective review. *J Am Podiatr Med Assoc* 84(5):208–18.
- Prado M, Baumfeld T, Nery C, Mendes A, Baumfeld D (2020). Rotational biplanar chevron osteotomy. *Foot Ankle Surg* 26(4):473–6.
- Price DD, McGrath PA, Rafii A, Buckingham B (1983). The validation of visual analogue scales as ratio scale measures for chronic and experimental pain. *Pain* 17(1):45–56.
- Pulavarti RS, McVie JL, Tulloch CJ (2005). First metatarsophalangeal joint replacement using the bio-action great toe implant: Intermediate results. *Foot Ankle Int* 26(12):1033–7.
- Ramdass R, Meyr AJ (2010). The multiplanar effect of first metatarsal osteotomy on sesamoid position. *J Foot Ankle Surg* 49(1):63–67.
- Redfern D, Vernois J, Legré BP (2015). Percutaneous surgery of the forefoot. *Clin Podiatr Med Surg* 32(3):291–332.
- Resch S, Ryd L, Stenstrom A, Johnsson K, Reynisson K (1995). Measuring hallux valgus: a comparison of conventional radiography and clinical parameters with regard to measurement accuracy. *Foot Ankle Int* 16(5):267–70.

- Reverdin J (1881). De la deviation en dehors du gros orl (hallux valgus) et son traitement chirurgical. *Trans International Med Congress* 2:408–12.
- Rippstein PF, Park YU, Naal FD (2012). Combination of first metatarsophalangeal joint arthrodesis and proximal correction for severe hallux valgus deformity. *Foot Ankle Int* 33(5):400–5.
- Robinson AHN, Limbers JP (2005). Modern concepts in the treatment of hallux valgus. *J Bone Joint Surg Br* 87(8):1038–45.
- Roddy E, Zhang W, Doherty M (2007). Validation of a self-report instrument for assessment of hallux valgus. *Osteoarthritis Cartilage* 15(9):1008–12.
- Roddy E, Zhang W, Doherty M (2008). Prevalence and associations of hallux valgus in a primary care population. *Arthritis Care Res* 59(6):857–62.
- Root M, WP O, Weed JH (1977). Normal and abnormal function of the foot. *Clin Biomech.*
- Roukis TS (2004). Hallux proximal phalanx akin-scarf osteotomy. *J Am Podiatr Med Assoc* 94(1):70–72.
- Rouvière H, Delmas A (2005). Anatomía humana descriptiva, topográfica y funcional. Tomo 3.
- Rush SM, Christensen JC, Johnson CH (2000). Biomechanics of the first ray. Part II: metatarsus primus varus as a cause of hypermobility. A three-dimensional kinematic analysis in a cadaver model. *J Foot Ankle Surg* 39(2):68–77.
- Sammarco GJ, Russo-Alesi FG (1998). Bunion correction using proximal chevron osteotomy: A single-incision technique. *Foot Ankle Int* 19(7):430–37.
- Sammarco VJ (2007). Surgical strategies: Mau osteotomy for correction of moderate and severe hallux valgus deformity. *Foot Ankle Int* 28(7):857–64.
- Saragas NP, Becker PJ (1995). Comparative radiographic analysis of parameters in feet with and without hallux valgus. *Foot Ankle Int* 16(3):139–43.
- Saro C, Johnson DN, De Aragón JM, Lindgren U, Felländertsai L (2005). Reliability of radiological and cosmetic measurements in hallux valgus. *Acta Radiol* 46(8): 843–51.
- Saro C, Andrén B, Wildemyr Z, Felländer-Tsai L (2007). Outcome after distal metatarsal osteotomy for hallux valgus: a prospective randomized controlled trial of two methods. *Foot Ankle Int* 28(7):778–87.
- Saro C, Jensen I, Lindgren U, Felländer-Tsai L (2007). Quality-of-life outcome after hallux valgus surgery. *Qual Life Res* 16(5):731–38.

- Şaylı U, Akman B, Tanrıöver A, Kaspar Ç, Güven M, Özler T (2018). The results of scarf osteotomy combined with distal soft tissue procedure are mostly satisfactory in surgical management of moderate to severe hallux valgus. *Foot Ankle Surg* 24(5):448-52.
- Schmid T, Krause F (2014). The modified Lapidus fusion. *Foot Ankle Clin* 19(2):223-33.
- Schneider W, Aigner N, Pinggera O, Knahr K (2004). Chevron osteotomy in hallux valgus. *J Bone Joint Surg Br* 86(7):1016-20.
- Schneider W (2013). Distal soft tissue procedure in hallux valgus surgery: Biomechanical background and technique. *Int Orthop* 37(9):1669-75.
- Schneider W, Csepan R, Knahr K (2003). Reproducibility of the radiographic metatarsophalangeal angle in hallux surgery. *J Bone Joint Surg Am* 85(3):494-99.
- Schrier JCM, Palmén LN, Verheyen CCPM, Jansen J, Koëter S (2015). Patient-reported outcome measures in hallux valgus surgery. A review of literature. *Foot Ankle Surg* 21(1):11-15.
- Schweitzer ME, Maheshwari S (1999). Hallux valgus and hallux rigidus. *Clin Imaging* 23(6):397-402.
- Seng C, Chunyin HoD, Chong KW (2015). Restoring sesamoid position in scarf osteotomy: a learning curve. *J Foot Ankle Surg* 54(6):1089-92.
- Severyns M, Carret P, Brunier-Agot L, Debandt M, Odri GA, Rouvillain JL (2019). Reverdin-Isham procedure for mild or moderate hallux valgus: clinical and radiographic outcomes. *Musculoskelet Surg* 103(2):161-6.
- Shahid MS, Lee P, Evans S, Thomas R (2012). A comparative study of bone shortening and bone loss with use of saw blades versus burr in hallux valgus surgery. *Foot Ankle Surg* 18(3):195-7.
- Shereff MJ, DiGiovanni L, Bejjani FJ, Hersh A, Kummer F (1990). A comparison of nonweight-bearing and weight-bearing radiographs of the foot. *Foot Ankle* 10(6):306-11.
- Shereff MJ (1990). Etiology and treatment of hallux valgus pathophysiology, anatomy, and biomechanics of hallux valgus. *Orthopedics* 13(9):939-45.
- Shi GG, Henning P, Marks RM (2016a). Correlation of postoperative position of the sesamoids after chevron osteotomy with outcome. *Foot Ankle Int* 37(3):274-80.

- Shi K, Hayashida K, Owaki H, Kawai H (2007). Replacement of the first metatarsophalangeal joint with a Swanson implant accompanied by open-wedge osteotomy of the first metatarsal bone for hallux valgus in rheumatoid arthritis. *Mod Rheumatol* 17(2):110-4.
- Shibuya N, Jasper J, Peterson B, Sessions J, Jupiter DC (2019). Relationships between first metatarsal and sesamoid positions and other clinically relevant parameters for hallux valgus surgery. *J Foot Ankle Surg* 58(6):1095-9.
- Shibuya N, Kitterman RT, LaFontaine J, Jupiter DC (2014). Demographic, physical, and radiographic factors associated with functional flatfoot deformity. *J Foot Ankle Surg* 53(2):168-72.
- Shibuya N, Kyprios EM, Panchani PN, Martin LR, Thorud JC, Jupiter DC (2018). Factors associated with early loss of hallux valgus correction. *J Foot Ankle Surg* 57(2):236-40.
- Shibuya N, Roukis TS, Jupiter DC (2017). Mobility of the first ray in patients with or without hallux valgus deformity: systematic review and meta-analysis. *J Foot Ankle Surg* 56(5):1070-75.
- Shurnas PS, Coughlin MJ (2003). Recall of the risks of forefoot surgery after informed consent. *Foot Ankle Int* 24(12):904-908.
- Siekmann W, Watson TS, Roggelin M (2014). Correction of moderate to severe hallux valgus with isometric first metatarsal double osteotomy. *Foot Ankle Int* 35(11):1122-30.
- Singh D (2013). Nils silfverskiöld (1888-1957) and gastrocnemius contracture. *Foot Ankle Surg* 19(2):135-8.
- Singh D, Biz C, Corradin M, Favero L (2016). Comparison of dorsal and dorsomedial displacement in evaluation of first ray hypermobility in feet with and without hallux valgus. *Foot Ankle Surg* 22(2):120-4.
- Smith AM, Alwan T, Davies MS (2003). Perioperative complications of the scarf osteotomy. *Foot Ankle Int* 24(3):222-7.
- Smith JW (1953). The act of standing. *Acta Orthop* 23(2):159-68.
- Smith RW, Reynolds JC, Stewart MJ (1984). Hallux valgus assessment: report of research Committee of American Orthopaedic Foot and Ankle Society. *Foot Ankle Int* 5(2):92-103.

- Smyth NA, Aiyer AA (2018). Introduction: why are there so many different surgeries for hallux valgus? *Foot Ankle Clin* 23(2):171–82.
- Sobotta (1994). Tomo 2. Tronco, vísceras y miembro inferior.
- Srinivasan R (2016). The hallucal-sesamoid complex: normal anatomy, imaging, and pathology. *Semin Musculoskelet Radiol* 20(2):224–32.
- Srivastava S, Chockalingam N, El Fakhri T (2010). Radiographic measurements of hallux angles: a review of current techniques. *Foot* 20(1):27–31.
- Steck JK, Ringstrom JB (2001). Long Z-osteotomy: a review and new modification to correct troughing. *J Foot Ankle Surg* 40(5):305–10.
- Steinberg N, Finestone A, Noff M, Zeev A, Dar G (2013). Relationship between lower extremity alignment and hallux valgus in women. *Foot Ankle Int* 34(6):824–31.
- Suresh SS (2007). Scarf osteotomy- Is the procedure of choice in hallux valgus surgery?. A preliminary report. *Oman Med J* 22(3):47-50.
- Sutton RM, McDonald EL, Shakked RJ, Fuchs D, Raikin SM (2019). Determination of Minimum Clinically Important Difference (MCID) in Visual Analog Scale (VAS) Pain and Foot and Ankle Ability Measure (FAAM) Scores After Hallux Valgus Surgery. *Foot Ankle Int* 40(6):687–93.
- Tanaka Y, Takakura Y, Takaoka T, Akiyama K, Fujii T, Tamai S (1997). Radiographic analysis of hallux valgus in women on weightbearing and nonweightbearing. *Clin Orthop Relat Res* (336):186–194.
- Taylor CF, Butler M, Parsons SW (2014). Problems associated with the excision of the hallux sesamoids. *Foot Ankle Clin* 19(3):425–36.
- Thomas M, Jordan M.(2017). Proximal corrective osteotomy: Correction of the hallux valgus. *Orthopade* 46(5):414–23.
- Thordarson DB (1995). Dynamic support of the human longitudinal arch. *Clin Orthop Relat Res* (316):165–72.
- Thordarson DB, Leventen EO (1992). Hallux valgus correction with proximal metatarsal osteotomy: two-year follow-up. *Foot Ankle Int* 13(6):321–26.
- Tollison ME, Baxter DE (1997). Combination chevron plus akin osteotomy for hallux valgus: should age be a limiting factor?. *Foot Ankle Int* 18(8):477–81.
- Torkki M, Malmivaara A, Seitsalo S, Hoikka V, Laippala P, Paavolainen P (2001). Surgery vs orthosis vs watchful waiting for hallux valgus. *Jama* 285(19):2474-80.
- Trnka HJ, Bock P (2017). Scarf-Osteotomie. *Orthopade* 46(5): 408–13.

- Trnka HJ, Hofmann S, Salzer M, Ritschl P (1996). Clinical and radiological results after Austin bunionectomy for treatment of hallux valgus. *Arch Orthop Trauma Surg* 115(3-4):171-5.
- Trnka HJ, Zembsch A, Easley ME, Salzer M, Ritschl P, Myerson MS (2000). The chevron osteotomy for correction of hallux valgus: comparison of findings after two and five years of follow-up. *J Bone Joint Surg Am* 82(10):1373-8.
- Trnka HJ (2005). Osteotomies for hallux valgus correction. *Foot Ankle Clin* 10(1):15-33.
- Trnka HJ, Parks BG, Ivanic G, Chu IT, Easley ME, Schon LC, et al (2000). Six first metatarsal shaft osteotomies: mechanical and immobilization comparisons. *Clin Orthop Relat Res* (381):256-65.
- Trnka HJ, Zembsch A, Wiesauer H, Hungerford M, Salzer M, Ritschl P (1997). Modified Austin procedure for correction of hallux valgus. *Foot Ankle Int* 18(3):119-27.
- Trnka HJ, Zembsch A, Kaider A, Salzer M (1997). Austin versus Austin with lateral soft tissue release for correction of hallux valgus with high grade sesamoid subluxation. *Z Orthop Ihre Grenzgeb* 135:150-6.
- Vallier GT, Petersen SA, LaGrone MO (1991). The Keller resection arthroplasty: a 13-year experience. *Foot Ankle* 11(4):187-94.
- Van Beek C, Greisberg J (2011). Mobility of the first ray: review article. *Foot Ankle Int* 32(9):917-22.
- Van Vo H, Safiedine AM, Short T, Merrill T (2004). A comparison of 4 common methods of hand-measured techniques with a computerized technique to measure the first intermetatarsal angle. *Journal Foot Ankle Surg* 43(6):395-9.
- Vanore JV, Christensen JC, Kravitz SR, Schuberth JM, Thomas JL, Weil LS, et al (2003). Diagnosis and treatment of first metatarsophalangeal joint disorders. Section 1: hallux valgus. *J Foot Ankle Surg* 42(3):112-23.
- Veri JP, Pirani SP, Claridge R (2001). Crescentic proximal metatarsal osteotomy for moderate to severe hallux valgus: a mean 12.2 year follow-up study. *Foot Ankle Int* 22(10): 817-22.
- Viladot A (2003). Anatomía funcional del tobillo y el pie. *Rev Esp Reumatol* 30(9):469-77.
- Viladot A, Viladot R.(2009). Lecciones sobre patología del pie, pp. 1-25.
- Wassink S, Van den Oever M (2009). Arthrodesis of the first metatarsophalangeal joint using a single screw: retrospective analysis of 109 feet. *J Foot Ankle Surg* 48(6):653-61.

- Watson TS, Panicco J, Parekh A (2019). Allograft tendon interposition arthroplasty of the hallux metatarsophalangeal joint: a technique guide and literature review. *Foot Ankle Int* 40(1):113–9.
- Weil L (2000). Scarf osteotomy for correction of hallux valgus. Historical perspective, surgical technique, and results. *Foot Ankle Clin* 5(3):559–80.
- Wilkerson RD, Mason MA (2000). Differences in men's and women's mean ankle ligamentous laxity. *Iowa Orthop J* 20:46–8.
- Willegger M, Holinka J, Ristl R, Wanivenhaus AH, Windhager R, Schuh R (2015). Correction power and complications of first tarsometatarsal joint arthrodesis for hallux valgus deformity. *Int Orthop* 39(3):467–76.
- Wilson JD, Baines J, Siddique MS, Fleck R (2009). The effect of sesamoid position on outcome following scarf osteotomy for hallux abducto valgus. *Foot Ankle Surg* 15(2):65–8.
- Wülker N, Mittag F (2012). The treatment of hallux valgus. *Deutsch Arztebl Int* 109(49):857–68.
- Yamine K (2015). The sesamoids of the feet in humans: a systematic review and meta-analysis. *Anat Sci Int* 90(3):144–60.
- Yu GV, Gorby PO (2004). First metatarsophalangeal joint arthrodesis. *Clin Podiatr Med Surg* 21(1):65–96.
- Zambelli R, Baumfeld D (2020). Intraoperative and postoperative evaluation of hallux valgus correction. *Foot Ankle Clin* 25(1): 127–39.
- Zembsch A, Trnka HJ, Mühlbauer M, Ritschl P, Salzer M (1998). Long-term results after basal wedge osteotomy in the metatarsus primus varus of the young patient. *Z Orthop* 136(3): 243–9.
- Zembsch A, Trnka H (2000). Correction of hallux valgus. Metatarsal osteotomy versus excision arthroplasty. *Clin Orthop Relat Res* (376):183–194.
- Zettl R, Trnka HJ, Easley M, Salzer M, Ritschl P (2000). Moderate to severe hallux valgus deformity: correction with proximal crescentic osteotomy and distal soft-tissue release. *Arch Orthop Trauma Surg* 120(7–8):397–402.
- Zirngibl B, Grifka J, Baier C, Götz J (2017). Hallux valgus: etiology, diagnostic and therapeutic principles. *Orthopade* 46(3):283–96.
- Zitouna K, Selmene MA, Khlif MA, Riahi H, Barsaoui M (2019). Effect of sesamoid position on functional outcome of operated hallux valgus. *Tunis Med* 97(12):1370–1374.

