

ORIGINAL

Cirugía percutánea para hallux valgus: comparación entre osteotomía en chevron y de Bosch



S. Carlucci*, M.G. Santini-Araujo, L.A. Conti, D.S. Villena, A.C. Parise, N.M. Carrasco y P. Sotelano

Hospital Italiano de Buenos Aires, Buenos Aires, Argentina

Recibido el 21 de enero de 2020; aceptado el 20 de junio de 2020
Disponible en Internet el 8 de septiembre de 2020

PALABRAS CLAVE

Mini-invasivo;
Juanete;
Hallux valgus;
MICA;
Bosch;
Percutáneo

Resumen

Antecedentes y objetivo: A través de abordajes percutáneos se pueden realizar correcciones del *hallux valgus* con mínima lesión de partes blandas, dolor postoperatorio y buenos resultados cosméticos. La osteotomía de Bosch y la MICA (*Minimally Invasive Chevron and Akin*) han demostrado ser técnicas efectivas para la corrección del *hallux valgus*, si bien actualmente no existen publicaciones que comparen técnicas percutáneas entre sí. El objetivo de este trabajo es comparar los resultados radiológicos y funcionales de ambas técnicas.

Materiales y métodos: Se realizó un estudio retrospectivo, comparativo, en pacientes con *hallux valgus* moderado, se dividieron en dos grupos según técnica percutánea utilizada: osteotomía en chevron y osteotomía de Bosch con fijación con un tornillo. Se evaluaron radiológicamente ángulos metatarsofalángico, intermetatarsiano, de declinación de la carilla articular distal del 1^{er} metatarsiano y el tiempo de consolidación ósea. Para la evaluación funcional se utilizó la escala de la *American Orthopaedic Foot and Ankle Surgery (AOFAS)*. Se recogieron las complicaciones durante el primer año.

Resultados: Se incluyeron para el estudio 38 pacientes en cada grupo. En cada uno de los grupos se compararon los ángulos radiológicos en el preoperatorio y al final del seguimiento, mostrando cambios estadísticamente significativos en las tres variables consideradas; pero no se obtuvieron diferencias comparándolas entre sí. El tiempo de consolidación también fue similar en ambos grupos. Y en cuanto a la escala AOFAS se obtuvo mejoría de la misma con ambas técnicas, no siendo significativa la diferencia a la comparación.

Conclusiones: Tanto de la técnica de Bosch como la MICA mostraron resultados comparables al final del seguimiento. Nuevos trabajos son necesarios para determinar las ventajas de cada una en el postoperatorio inmediato.

© 2020 SECOT. Publicado por Elsevier España, S.L.U. Todos los derechos reservados.

* Autor para correspondencia.

Correo electrónico: sofia.carlucci@hospitalitaliano.org.ar (S. Carlucci).

KEYWORDS

Mini-invasive;
 Bunion;
Hallux valgus;
 MICA;
 Bosch;
 Percutaneous

Percutaneous hallux valgus surgery: comparison between mini-invasive Chevron and Bosch osteotomies

Abstract

Background and objective: Through percutaneous approaches, *hallux valgus* corrections can be performed with minimal soft tissue injury, less postoperative pain and good cosmetic results. Bosch osteotomy and MICA (Minimally Invasive Chevron Akin) have shown to be effective techniques for the correction of *hallux valgus*, although there are currently no publications comparing each other. The aim of this study is to compare the radiological and functional results of both techniques.

Materials and methods: A retrospective, comparative study was carried out on patients with moderate *hallux valgus*. They were divided into two groups according to the percutaneous technique performed: Chevron osteotomy and Bosch osteotomy with screw fixation. The metatarsophalangeal, intermetatarsal, and distal articular veneer declination angles of the first metatarsal and the bone consolidation time were evaluated radiologically. The American Orthopaedic Foot and Ankle Surgery (AOFAS) score was used for functional assessment. Complications were registered during the first year.

Results: Thirty-eight patients in each group were included for the study. In each of the groups, the radiological angles were compared preoperatively and at final follow-up, showing statistically significant changes in the three variables considered; but no differences were obtained by comparing them with each other. The time of consolidation was also similar in both groups. As for the AOFAS scale, an improvement was obtained with both techniques, but the difference was not significant when comparing them.

Conclusions: Both Bosch and MICA techniques showed comparable results at the end of the follow-up. Further work is needed to determine the advantages of each in the immediate postoperative time.

© 2020 SECOT. Published by Elsevier España, S.L.U. All rights reserved.

Introducción

La elección de la técnica para el tratamiento quirúrgico del *hallux valgus* aún es un tema ampliamente discutido. A pesar de existir más de 200 procedimientos descritos, la elección de la mejor técnica continúa siendo controvertida¹. En la actualidad, con las técnicas de cirugía mínimamente invasivas se pueden lograr correcciones a través de pequeñas incisiones, con mínimo daño de tejidos blandos circundantes, recuperación rápida y menores cicatrices². Estudios ya han demostrado que determinadas osteotomías distales del primer metatarsiano, realizadas de manera abierta o percutánea pueden corregir ángulos intermetatarsianos de hasta 20 grados, lograr la corrección del ángulo de la carilla articular distal y disminuir la rigidez metatarsofalángica^{3,4}.

La técnica para la corrección del *hallux valgus* de manera percutánea de primera generación fue la descrita por Isham⁵, la cual no contaba con fijación alguna. La segunda generación fue la técnica descrita por Bosch^{6,7}, que se ha popularizado en los últimos tiempos por su baja demanda técnica y escasas complicaciones. En ella se realiza una osteotomía subcapital recta del primer metatarsiano y se fija de manera transitoria con una aguja de Kirschner. Varios trabajos han demostrado buenos resultados⁸⁻¹⁰, pero se ha criticado la falta de fijación estable y movilización metatarsofalángica precoz^{11,12}. En este sentido, en la tercera generación, los procedimientos fueron sumando fijaciones más rígidas. La técnica mínimamente invasiva

en chevron-Akin (MICA), descrita por Redfern y Vernois en 2011¹³, utiliza dos tornillos de compresión, prescindiendo de la estabilización temporal con aguja de Kirschner. Además, añade la osteotomía de Akin en la falange proximal del *hallux*, estabilizada también con un tornillo. De igual forma, otros autores han combinado los conceptos de la osteotomía de Bosch con fijación interna, añadiendo un tornillo además de la fijación transitoria con la aguja de Kirschner¹⁴.

Si bien hay trabajos que comparan técnicas percutáneas con técnicas abiertas¹⁴⁻¹⁷, aún no hay publicaciones que comparen técnicas percutáneas entre sí.

Los objetivos de este trabajo son analizar y comparar los resultados funcionales y radiológicos de dos cohortes de pacientes con diagnóstico de *hallux valgus* moderado, una operada con la técnica de chevron percutánea, fijada mediante dos tornillos sin aguja de Kirschner transitoria; y otra con la osteotomía de Bosch percutánea estabilizada con un tornillo y una aguja de Kirschner percutánea. Nuestra hipótesis es que no existen diferencias clínicas o radiográficas entre ambas técnicas al año de seguimiento.

Material y método

Realizamos un estudio comparativo de dos series retrospectivas de pacientes, a quienes se les ha indicado una cirugía percutánea de corrección de *hallux valgus* moderado, mediante la utilización de dos técnicas: una con osteotomía en chevron percutánea, sin osteotomía de Akin,

añadiendo la tenotomía del tendón aductor del *hallux*; y otra con osteotomía de Bosch percutánea, modificada con fijación con un tornillo y tenotomía del aductor.

Se obtuvo la aprobación del Comité de Ética para Protocolos de Investigación de la institución, y se respetó la confidencialidad de los pacientes incluidos en el estudio en todo momento.

Criterios de inclusión

Se incluyeron para el estudio pacientes adultos, mayores de 21 años, con diagnóstico de *hallux valgus* moderado, siendo este definido como ángulos intermetatarsianos entre 11-16° y metatarsofalángico de 20-40°¹⁸.

Criterios de exclusión

Se excluyeron pacientes a los que se les hubiera añadido otro procedimiento en el antepié, antecedente de cirugías previas, que presentaran dolor metatarsal previo o no hubieran cumplido el seguimiento al año de cirugía.

Variables de estudio

Se utilizó para la evaluación funcional la escala de la *American Orthopaedic Foot and Ankle Surgery (AOFAS)*¹⁹ antes de la cirugía y al final del seguimiento.

Para el estudio radiológico se realizaron radiografías de ambos pies en carga en proyecciones anteroposterior y lateral, preoperatorias y postoperatorias. Se analizaron y compararon ángulos metatarsofalángicos (AMTF), intermetatarsiano entre el primer y segundo metatarsianos (AIM), y el ángulo de declinación de la carilla articular distal del 1^{er} metatarsiano (DMAA).

Se evaluó el tiempo de consolidación ósea radiológica, definiendo consolidación como la presencia de puentes óseos en un cortical en dos proyecciones radiológicas^{20,21}.

Se registraron las complicaciones durante el primer año de seguimiento.

Análisis estadístico

Las variables continuas se expresan como medias con respectivos desvíos estándar. Las variables categóricas se expresan como frecuencia relativa o absoluta.

Para la comparación de datos pre y post operatorios, según el tipo de osteotomía, se utilizó un test de «T» para muestras pareadas.

Para la comparación de datos entre osteotomías se utilizó un test de «T» para muestras independientes.

Se realizó un cálculo de poder considerando un poder del 80% y una precisión del 95%.

Se considera significativo valor de p menor a 0,05.

Para el análisis estadístico se utilizó el software STATA® (StataCorp. 2017. Stata Statistical Software: Release 15. College Station, TX: StataCorp LLC).

Técnica quirúrgica osteotomía en chevron percutánea

Se realiza bajo anestesia regional, mediante bloqueo selectivo en tobillo con guía ecográfica.

Se introduce una aguja de Kirschner de 2 mm subcutánea medial desde el extremo distal del *hallux* de manera retrógrada hasta la localización donde se realizará la osteotomía, en el cuello del primer metatarsiano.

A través de una incisión medial de 3 mm se realiza la osteotomía con una fresa tipo Shannon de 2 × 15 mm de largo, a nivel de la transición del cuello y la cabeza del primer metatarsiano. Se inicia el corte mediante un canal inicial paralelo a la superficie articular distal sobre el cuello del metatarsiano, que servirá de eje de la «V» y luego se completan las ramas a dorsal y plantar.

Se realiza el desplazamiento lateral de la cabeza, introduciendo la aguja de Kirschner endomedular desde la zona de la osteotomía con ayuda de una sonda acanalada.

Se fija la osteotomía de manera percutánea con dos tornillos a compresión de proximal a distal hacia la cabeza del metatarsiano. Cabe destacar que el primer tornillo colocado es el proximal, y este debe atravesar tres corticales a través de la osteotomía para una mejor fijación del tornillo (fig. 1).

Se procede a la liberación percutánea del tendón aductor. Se retira la aguja de Kirschner y se realiza vendaje correctivo en varo.

Se controla el procedimiento con radioscopia.

La carga es permitida de forma inmediata con zapato postoperatorio de suela plana y rígida; se realizan curas semanales durante tres semanas y movilización articular metatarsofalángica del *hallux* a partir de la segunda semana.

Técnica quirúrgica osteotomía de Bosch modificada

Bajo las mismas condiciones antes descritas, en la osteotomía de Bosch a través de un abordaje medial, se realiza un corte recto paralelo a la carilla articular distal del metatarsiano a nivel del cuello. Se progresa de igual forma que en la osteotomía en chevron la aguja en la medular del metatarsiano para el desplazamiento cefálico lateral.

Se fija con un tornillo de proximal hacia la cabeza y de medial a lateral, y se mantiene la aguja de Kirschner (fig. 2). Se realiza la liberación percutánea del tendón aductor del *hallux*.

Se permite también deambulación con zapato postoperatorio con carga inmediata. Se indican curas semanales y se retira la aguja de Kirschner en consultorio en la tercera semana postoperatoria (figs. 3 y 4).

Resultados

Se incluyeron para el estudio 38 pacientes operados de *hallux valgus* mediante técnica en chevron percutánea con liberación del tendón aductor (grupo Chevron) y 38 pacientes con técnica de Bosch (grupo Bosch), entre enero de 2016 y enero de 2017. Los datos demográficos se muestran en la tabla 1.



Figura 1 A) Osteotomía en chevron percutánea, fijación con dos tornillos. B) Osteotomía de Bosch con la colocación de tornillo y aguja de Kirschner.



Figura 2 Seguimiento a un año de osteotomía de Bosch.



Figura 3 Seguimiento a un año de osteotomía en chevron percutánea.

Tabla 1 Datos demográficos

	Bosch (n = 38)	Chevron MIS (n = 38)
Sexo, femenino/masculino	38/0	36/2
Edad, promedio ± SD, años	46,38 ± 15,48	56,32 ± 12,36
Lado, derecho/izquierdo	21/17	20/18

Bosch: osteotomía de Bosch; Chevron MIS: osteotomía en chevron percutánea.

El tiempo promedio de seguimiento fue de 12,39 meses (SD 1,10) y de 16,81 meses (SD 8,97) respectivamente.

Los ángulos radiológicos se compararon en el preoperatorio (Pre) y al final del seguimiento (Pop) de cada grupo (tabla 2). En el grupo de osteotomía en chevron percutánea mostraron cambios estadísticamente significativos en las tres variables consideradas, siendo las medias: AMTF pre: 25,42 (SD 6,45), pop: 9,7 (SD 6,5), $p < 0,0001$; AIM pre: 13,83 (SD 2,90), pop: 8,31 (SD 2,31), $p < 0,0001$; DMAA pre: 11,42 (SD 7,75), pop: 3,36 (SD 4,19).

En el grupo de osteotomía de Bosch también presentaron correlaciones estadísticamente significativas: AMTF pre: 25,31 (SD 7,63), pop: 7,41 (SD 5,31), $p < 0,0001$; AIM pre: 13,81 (SD 3,12), pop: 7,76 (SD 2,81), $p < 0,0001$; DMAA pre: 11,22 (SD 6,16), pop: 3,40 (SD 4,13), $p < 0,0001$.

El tiempo medio de consolidación fue para el grupo de osteotomía en chevron de 13,36 semanas (SD 3,03), y de para osteotomía de Bosch 13,60 semanas (SD 2,43), no siendo significativa la diferencia entre ambos grupos ($p > 0,10$).

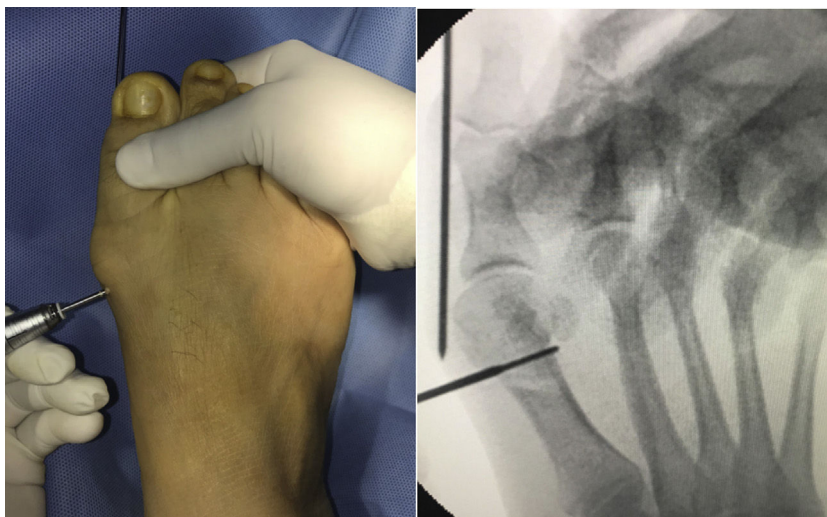


Figura 4 Imagen intraoperatoria de osteotomía en chevron percutánea.

Tabla 2 Resultados clínicos y radiológicos

	Bosch (n = 38)	Chevron MIS (n = 38)	Valor p
Escala AOFAS^a			
Preoperatorio	59,19 ± 10,46 (32-75)	58,88 ± 8,80 (42-83)	0,893 ^c
Postoperatorio	98,72 ± 2,87 (90-100)	97,15 ± 4,81 (85-100)	0,069 ^c
Valor p ^b	< 0,0001	< 0,0001	
Diferencia	39,520	38,11	
Ángulo intermetatarsiano^a			
Preoperatorio	13,81 ± 3,12 (6-21)	13,83 ± 2,90 (4-16)	0,07 ^c
Postoperatorio	7,76 ± 2,81(3-13)	8,31 ± 2,31 (4-13)	0,376 ^c
Valor p ^b	< 0,0001	< 0,0001	
Diferencia	6,047	5,523	
Ángulo metatarsofalángico^a			
Preoperatorio	25,31 ± 7,63 (9-43)	25,42 ± 6,45 (14-42)	0,951 ^c
Postoperatorio	7,41 ± 5,31 (0-18)	9,7 ± 6,5 (1-22)	0,107 ^c
Valor p ^b	< 0,0001	< 0,0001	
Diferencia	17,9	15,72	
DMMA^a			
Preoperatorio	11,22 ± 6,16 (0-26)	11,42 ± 7,75(0-21)	0,895 ^c
Postoperatorio	3,40 ± 4,13 ([-8]-14)	3,36 ± 4,19 ([-6]-18)	0,969 ^c
Valor p ^b	< 0,0001	< 0,0001	
Diferencia	7,82	7,67	

Bosch: osteotomía de Bosch; Chevron MIS: osteotomía en chevron percutánea

^a Datos expresados como media ± desvío estándar (rango).

^b T-test pareado.

^c T-test para dos muestras independientes.

En la escala AOFAS se demostró un aumento de los valores promedio de 58,88 (SD 8,80) a 97,15 (SD 4,81) a los 12 meses ($p < 0,0001$) para la osteotomía en chevron percutánea, y de 59,19 (SD 10,46) a 98,72 (SD 2,87) ($p < 0,0001$) en la osteotomía de Bosch.

En el análisis comparativo entre ambas técnicas, no se demostraron diferencias significativas en cuanto a correcciones angulares radiológicas ni en la escala AOFAS.

Entre las complicaciones en el grupo de osteotomía en chevron percutánea se hallaron dos infecciones superficiales que se resolvieron con tratamiento antibiótico oral; una rotura de tornillo asintomática y una extracción de un tornillo por molestias del implante. Se registró en cinco pacientes metatarsalgia (13,15%), ausente antes de la cirugía, y un paciente presentó una fractura por estrés del cuarto metatarsiano. Solamente en un caso se produjo una pérdida de

corrección de la osteotomía en la primera semana que tuvo que ser reintervenida quirúrgicamente.

En el grupo de osteotomía de Bosch se registró un paciente que evolucionó con metatarsalgia por transferencia, dos casos de retardo de consolidación a cinco meses y dos pacientes fueron reintervenidos: uno para retirar el tornillo por molestias del implante y otro por pérdida de corrección de la osteotomía.

Discusión

Existe en la actualidad gran interés en la cirugía percutánea del antepié, debido a los resultados prometedores publicados^{2,22}. Sin embargo aún no se ha determinado qué técnica es la mejor. Tampoco se han publicado estudios que comparen técnicas percutáneas entre sí, más allá de revisiones sistemáticas²³. En el presente estudio hemos analizado y luego comparado dos osteotomías metafisarias distales percutáneas. Ambos procedimientos lograron una corrección radiológica significativa y con mejoras en escalas funcionales al final del seguimiento. No obtuvimos diferencias en los resultados funcionales y radiológicos entre ambas técnicas en el tiempo analizado.

Las series publicadas referentes a la técnica de Bosch muestran buenos resultados, con bajo índice de complicaciones y recidivas^{2,9,24-26}. La falta de fijación interna en esta técnica de segunda generación hace necesario mantener la aguja de Kirschner durante cuatro a seis semanas, lo que impide la movilidad temprana articular del *hallux* y aumenta el riesgo de complicaciones cutáneas en el trayecto y la posibilidad de pérdida de corrección y de desplazamiento de la cabeza del primer metatarsiano⁶.

Así, la osteotomía de Bosch fue modificada añadiendo un tornillo para la fijación de la osteotomía permitiendo la extracción de la aguja en la tercera semana¹⁴. No hemos encontrado series publicadas con esta técnica, si bien en el trabajo desarrollado por Brogan se realiza una fijación con un solo tornillo y aguja durante tres semanas, el corte que realizan es en chevron, al igual que en la MICA. Nosotros hemos obtenido buenos resultados, comparables a los publicados con la técnica original, con lo que podemos concluir que la colocación de un tornillo cefálico en la osteotomía de Bosch reduce el tiempo de inmovilización con la aguja, brindando mayor comodidad al paciente y evitando las posibles complicaciones mencionadas.

En la MICA^{13,27} se genera un corte más estable y se incrementa la rigidez de la fijación con la colocación de dos tornillos, evitando la necesidad de fijaciones transitorias con agujas. Varios autores han publicado series con esta técnica y sus modificaciones^{15,17}. La serie de pacientes más extensa publicada con la técnica MICA es la de Jowett y Bedi²⁸, que incluye 106 pies, con un seguimiento de 25 meses, y los resultados reportados son comparables a nuestra serie.

Los descriptores de la técnica MICA²⁹ explican que la decisión de agregar una osteotomía de Akin o la tenotomía del tendón aductor depende de la deformidad remanente luego de la osteotomía del metatarsiano. Tanto en el trabajo original y las demás series publicadas^{13,15,17,28} no se establecen criterios objetivos para añadir alguno de estos gestos. Realizar una osteotomía de Akin de manera sistemática aumentaría la morbilidad, dolor, posibles complicaciones,

tiempo quirúrgico y coste. La tenotomía del aductor percutánea agrega corrección dependiente de partes blandas, no implica apenas tiempo y evita la necesidad de implantes. En nuestro trabajo realizamos la tenotomía en ambos grupos, pero sabemos que tampoco hay pautas sobre su indicación y que se deberá analizar en futuros trabajos.

En cuanto a las complicaciones hemos reportado la presencia de metatarsalgia por transferencia en cinco casos en la osteotomía en chevron y uno en la osteotomía de Bosch. Esto puede deberse al acortamiento generado por la fresa de corte al realizar la osteotomía, si bien el acortamiento del primer radio puede favorecer la disminución de rigidez de la articulación metatarsofalángica³.

En nuestro trabajo no obtuvimos diferencias en los resultados funcionales y radiológicos con ambas técnicas en el tiempo analizado. Parece que la movilización temprana del *hallux* en la técnica en chevron percutánea evitaría la rigidez³, aunque dicha variable no ha sido estudiada en nuestro estudio. Como desventajas de esta técnica podemos considerar que el corte en chevron percutáneo es más demandante que realizar un corte recto y puede aumentar el tiempo quirúrgico. Sin embargo, en cirujanos experimentados en cirugía percutánea no debería presentar dificultades²⁸. Como segundo punto a considerar, la colocación de un segundo tornillo aumenta los costos quirúrgicos. La elección deberá basarse en la experiencia en cirugía percutánea del cirujano y los medios económicos del paciente.

Como debilidad del estudio, consideramos que al ser una serie retrospectiva, no se evaluaron las diferencias entre ambas técnicas en el postoperatorio temprano. Son necesarios estudios comparativos prospectivos para establecer diferencias inmediatas, ya que es en ese tiempo donde se pueden encontrar diferencias entre ambas técnicas. Además se deberá estudiar en futuros trabajos las diferencias a largo plazo en cuanto a cambios artrósicos y movilidad articular.

Conclusiones

Las técnicas percutáneas de Bosch modificada y en chevron resultaron efectivas para la corrección del *hallux valgus* de manera percutánea, con resultados similares entre sí a largo plazo. Estudios con mejor nivel de evidencia son necesarios para determinar resultados no solo a largo plazo, sino en el postoperatorio inmediato, ya que en ese tiempo es donde se podrán objetivar diferencias entre las técnicas.

Responsabilidades éticas

Los autores declaran que no se ha realizado ninguna experimentación con animales. También asientan que la investigación fue aprobada por el Comité de Ética de Protocolos de Investigación del Hospital Italiano de Buenos Aires y que se cuenta con el consentimiento informado firmado por parte de los pacientes que participaron en el estudio.

Nivel de evidencia

Nivel de evidencia III.

Financiación

La presente investigación no ha recibido ayudas específicas provenientes de agencias del sector público, sector comercial o entidades sin ánimo de lucro.

Conflicto de intereses

Los autores declaran no tener ningún conflicto de intereses.

Bibliografía

- Noback PC, Trofa DP, Vosseller JT. Evidence versus practice: operative treatment preferences in hallux valgus. *FAO Foot Ankle Orthop.* 2018;3:1–6.
- Maffulli N, Longo UG, Oliva F, Denaro V, Coppola C. Bosch osteotomy and scarf osteotomy for hallux valgus correction. *Orthop Clin North Am.* 2009;40:515–24.
- Frigg A, Zaugg S, Maquieira G, Pellegrino A. Stiffness and range of motion after minimally invasive chevron-akin and open scarf-akin procedures. *Foot Ankle Int.* 2019;40:515–25.
- Saro C, Andrén B, Wildemyr Z, Felländer-Tsai L. Outcome after distal metatarsal osteotomy for hallux valgus: a prospective randomized controlled trial of two methods. *Foot Ankle Int.* 2007;28:778–87.
- Isham SA. The Reverdin-Isham procedure for the correction of hallux abducto valgus. A distal metatarsal osteotomy procedure. *Clin Podiatr Med Surg.* 1991;8:81–94.
- Bösch P, Wanke S, Legenstein R. Hallux valgus correction by the method of Bösch: a new technique with a seven-to-ten year follow-up. *Foot Ankle Clin.* 2000;5:485–98.
- Bösch P, Markowski H, Rannicher V. [Technique and initial results of subcutaneous distal metatarsal osteotomy]. *Orthop Prax.* 1990;26:51–6.
- Faour-Martín O, Martín-Ferrero MA, Valverde García JA, Vega-Castrillo A, de la Red-Gallego MA. Long-term results of the retrocapital metatarsal percutaneous osteotomy for hallux valgus. *Int Orthop.* 2013;37:1799–803.
- Giannini S, Ceccarelli F, Bevoni R, Vannini F. Hallux valgus surgery: the minimally invasive bunion correction (SERI). *Tech Foot Ankle Surg.* 2003;2:11–20.
- Chun-Kit T, Yuen-Fong H. Use of minimally invasive distal metatarsal osteotomy for correction of hallux valgus. *J Orthop Trauma Rehabilitation.* 2012;16:16–21.
- Kadokia AR, Smerek JP, Myerson MS. Radiographic results after percutaneous distal metatarsal osteotomy for correction of hallux valgus deformity. *Foot Ankle Int.* 2007;28:355–60.
- Redfern D, Perera AM. Minimally invasive osteotomies. *Foot Ankle Clin.* 2014;19:181–9.
- Vernois J, Redfern D. Percutaneous Chevron; the union of classic stable fixed approach and percutaneous technique. *Fuss und Sprunggelenk.* 2013;11:70–5.
- Brogan K, Voller T, Gee C, Borbely T, Palmer S. Third-generation minimally invasive correction of hallux valgus: technique and early outcomes. *Int Orthop.* 2014;38:2115–21.
- Lai MC, Rikhray IS, Woo YL, Yeo W, Ng YCS, Koo K. Clinical and radiological outcomes comparing percutaneous Chevron-Akin osteotomies vs open scarf-Akin osteotomies for hallux valgus. *Foot Ankle Int.* 2018;39:311–7.
- Kaufmann G, Dammerer D, Heyenbrock F, Braitto M, Moertlbauer L, Liebensteiner M. Minimally invasive versus open chevron osteotomy for hallux valgus correction: a randomized controlled trial. *Int Orthop.* 2019;43:343–50.
- Lee M, Walsh J, Smith MM, Ling J, Wines A, Lam P. Hallux valgus correction comparing percutaneous Chevron/Akin (PECA) and open scarf/Akin osteotomies. *Foot Ankle Int.* 2017;38:838–46.
- Coughlin MJ, Saltzman C, Anderson RB. Mann's surgery of the foot and ankle. 9th ed Missouri: Mosby; 2013.
- Kitaoka HB, Alexander IJ, Adelaar RS, Nunley JA, Myerson MS, Sanders M. Clinical rating systems for the ankle-hindfoot, mid-foot, hallux, and lesser toes. *Foot Ankle Int.* 1994;15:349–53.
- Corrales LA, Morshed S, Bhandari M, Miclau T3rd. Variability in the assessment of fracture-healing in orthopaedic trauma studies. *J Bone Joint Surg Am.* 2008;90:1862–8.
- Dijkman BG, Sprague S, Schemitsch EH, Bhandari M. When is a fracture healed? Radiographic and clinical criteria revisited. *J Orthop Trauma.* 2010;24:S76–80.
- Roukis TS. Percutaneous and minimum incision metatarsal osteotomies: a systematic review. *J Foot Ankle Surg.* 2009;48:380–7.
- Malagelada F, Sahirad C, Dalmau-Pastor M, Vega J, Bhumbra R, Manzanares-Céspedes MC, et al. Minimally invasive surgery for hallux valgus: a systematic review of current surgical techniques. *Int Orthop.* 2019;43:625–37.
- Giannini S, Faldini C, Nanni M, Di Martino A, Luciani D, Vannini F. A minimally invasive technique for surgical treatment of hallux valgus: simple, effective, rapid, inexpensive (SERI). *Int Orthop.* 2013;37:1805–13.
- Magnan B, Pezzè L, Rossi N, Bartolozzi P. Percutaneous distal metatarsal osteotomy for correction of hallux valgus. *J Bone Joint Surg Am.* 2005;87:1191–9.
- Sotelano P, Miguez A. Tratamiento percutáneo del hallux valgus. *Técnica de Bosch. Rev Asoc Argent Ortop Traumatol.* 2007;72:233–41.
- Vernois J. The treatment of the hallux valgus with a percutaneous Chevron osteotomy. *Orthop Proc.* 2011;93:482.
- Jowett CRJ, Bedi HS. Preliminary results and learning curve of the minimally invasive Chevron Akin operation for hallux valgus. *J Foot Ankle Surg.* 2017;56:445–52.
- Redfern D, Vernois J, Legré BP. Percutaneous surgery of the forefoot. *Clin Podiatr Med Surg.* 2015;32:291–332.