



PROTOCOLO DE INVESTIGACIÓN

Autor: David Delgadillo Arias

Trabajo presentado como requisito para optar por el
título de Especialista en Ortopedia y Traumatología

Bogotá – Colombia

2020

ARTRODESIS METATARSOFALÁNGICA DEL HALLUX CON PLACA ANATÓMICA Y
TORNILLO INTERFRAGMENTARIO COMO TRATAMIENTO DEL HALLUX RIGIDUS. SERIE DE
CASOS

Autor

Dr. David Delgadillo Arias

Tutores

Dr. Mauricio Morales González (Tutor temático)

Dra. Diana Montoya Murillo (Tutor temático)

Dr. Jorge Rojas Liévano (Tutor metodológico)

Escuela de Medicina y Ciencias de la Salud

Especialización en Ortopedia y Traumatología FSFB

Universidad del Rosario

Bogotá – Colombia

2020

Identificación del proyecto

Institución académica: Universidad del Rosario

Dependencia: Escuela de Medicina y Ciencias de la Salud

Título de la investigación:

ARTRODESIS METATARSOFALÁNGICA DEL HALLUX CON PLACA ANATÓMICA Y
TORNILLO INTERFRAGMENTARIO COMO TRATAMIENTO DEL HALLUX RIGIDUS. SERIE DE
CASOS

Instituciones participantes: Fundación Santa Fe de Bogotá

Tipo de investigación: Serie de casos

Investigador principal: Dr. David Delgadillo Arias

Investigadores asociados: Dr. Mauricio Morales González, Dra. Diana Montoya Murillo, Dr. Jorge Rojas Liévano

Asesor clínico o temático: Dr. Mauricio Morales González

Asesor metodológico: Dr. Jorge Rojas Liévano

“La Universidad del Rosario no se hace responsable de los conceptos emitidos por los investigadores en su trabajo, solo velará por el rigor científico, metodológico y ético del mismo en aras de la búsqueda de la verdad y la justicia”.

Tabla de Contenido

1. Introducción	9
1.1. <i>Planteamiento del problema</i>	9
2. Marco Teórico	12
3. Pregunta de investigación	15
4. Objetivos	16
4.1. <i>Objetivo general</i>	16
4.2. <i>Objetivos específicos</i>	16
5. Metodología	17
5.1. <i>Tipo y diseño de estudio:</i>	17
5.2. <i>Población</i>	17
5.3. <i>Tamaño de muestra</i>	17
5.4. <i>Criterios de selección</i>	17
5.4.1. <i>Criterios de inclusión</i>	17
5.4.2. <i>Criterios de exclusión</i>	17
5.5. <i>Variables</i>	18
5.5.1. <i>Variables demográficas</i>	18
5.5.2. <i>Variables clínicas</i>	18
Tabla 1. Definición de variables	19
5.6. <i>Proceso de recolección de la información</i>	21
6. Aspectos éticos	24
7. Administración del proyecto	25
7.1. <i>Cronograma</i>	25
7.2. <i>Presupuesto</i>	26
8. Resultados	27
9. Discusión	30
10. Referencias	33
11. Anexos	35
11.1. <i>Anexo 1.</i>	35

Resumen

Antecedentes: El hallux rigidus es degeneración de la articulación metatarsfalángica (MTF) del hallux; genera dolor, deformidad, limitación funcional y dolor neuropático. Se indica tratamiento quirúrgico ante fracaso del conservador. Se considera el estándar de cuidado, aunque existen diversos métodos de fijación con evidencia limitada de la efectividad.

Objetivo: Describir efectividad (mejora del dolor y complicaciones a corto plazo) de la artrodesis MTF del hallux con método de fijación combinado (placa anatómica dorsal bloqueada y tornillo de compresión interfragmentaria) para el manejo de hallux rígido sintomático.

Metodología: Se identificaron 20 casos de artrodesis MTF del hallux con un método de fijación específico en la Fundación Santa Fe de Bogotá 2012 - 2017. Se realizó caracterización demográfica, radiológica y de tratamientos pre quirúrgicos. El desenlace primario fue la mejoría del dolor postoperatorio en la articulación evaluado con escala numérica verbal de 0 a 10 seguimiento mínimo de 1 año. Se realizó prueba t de Student para muestras pareadas. Se utilizó software estadístico Stata. Los desenlaces secundarios incluyeron la tasa de unión de la artrodesis evaluada radiológicamente y tasa de complicaciones.

Resultados: Se incluyeron 11 mujeres (12 casos) y 7 hombres (8 casos) de edad promedio 58 años (21-75 años). Radiológicamente, grado II de artrosis 2 casos (10%), grado III 12 casos (60%) y grado IV 6 casos (30%). Previo cirugía, el 35% había fallado a manejos conservadores, el 65% no había realizado ningún tratamiento. Todos reportaron dolor al movimiento preoperatoriamente y 7 casos (35%) dolor en reposo. Seguimiento postoperatorio promedio 58 meses (rango 26-75), hubo disminución estadísticamente significativa del dolor 6.7 ± 2.3 puntos a 0.3 ± 0.2 puntos post operatorio ($p < 0.001$). Ningún paciente presentó complicaciones infecciosas, de cicatrización o reintervención. Un caso (5%) reportó molestias en otras áreas (aparición de juanillos). El 86% pudieron regresar a actividad física deportiva sin dolor. Seguimiento radiográfico a 15 casos en tiempo promedio de 14 meses (rango 5-58) identificando signos radiológicos de unión de la artrodesis sin complicaciones asociadas.

Conclusión: La artrodesis MTF del hallux con placa anatómica dorsal y tornillo de compresión interfragmentaria resultó en mejoría significativa del dolor con tasas altas de unión y baja de complicaciones para pacientes con hallux rigidus sintomático. Se requieren estudios adicionales comparativos entre este y otros métodos de fijación.

Palabras claves: hallux rigidus, artrosis, artrodesis

Abstract

Background: Degenerative arthritis of the first metatarsophalangeal joint (MPJ) is hallux rigidus; which may be associated with pain, deformities, functional limitation and neuropathic pain. Operative treatment is indicated when patients do not improve after non-operative treatment. Currently, the first MPJ fusion is considered the standard of care for patients who require operative treatment. However, there are a variety of fixation options and the evidence on the effectiveness is limited.

Aim: To describe the effectiveness, in terms of pain improvement, and short-term complications of the first MTP joint fusion fixed with a combined method which includes a dorsal locking plate and an interfragmentary compression screw for treatment of symptomatic hallux rigidus.

Methodology: We retrospectively identified 20 cases of MTP joint fusion fixed with the described method performed in a tertiary hospital between 2012 and 2017. The demographic characteristics, the radiologic grade of arthrosis and treatments received before surgery were collected to characterize this group of patients. The primary outcome was the patient-reported improvement of pain at the MTP joint, measured with a numerical verbal scale from 0 to 10 at a minimum 1-year follow-up. T Student was applied, all statistical analysis was made with Stata software®. Secondary outcomes included the rate of radiological union evaluated in postoperative radiographs, and the rate of complications and reintervention.

Results: The study included 11 women (12 cases) and 7 men (8 cases) with an average age of 58 years (Range 21-75 years). Radiologically, the degree of preoperative osteoarthritis was classified as grade II in 2 cases (10%), grade III in 12 cases (60%) and grade IV in 6 cases (30%). Before surgery, 35% of the cases had failed to non-surgical management, while 65% of the cases had not had any treatment. All cases reported pain with movement before surgery, while only 7 cases (35%) reported pain at rest. After an average follow-up of 58 months (range 26-75 months), there was a statistically significant decrease in pain from 6.7 ± 2.3 points preoperatively to 0.3 ± 0.2 points postoperatively ($p < 0.001$). During the same follow-up time, no patient required reintervention, and there were no reported complications. Only one case (5%) reported discomfort in other areas of the foot due to bunionette development at the little toe. Of seven cases who reported performing sports before surgery, six (86%) returned to sports without pain after surgery. In 15 of the 20 cases, radiological follow-up was completed at an average time of 14 months (range 05-58 months). In all of these cases, radiological signs of arthrodesis union with no signs of complications were identified.

Conclusion: In patients requiring first MPJ fusion for the management of symptomatic hallux rigidus, fixation with an anatomical dorsal plate and an interfragmentary compression screw is a method that results in a significant improvement in pain with a high rate of union and a low rate of complications. However, further prospective studies comparing this fixation technique with other techniques of fixation of the first MPJ fusion are required.

Key Word: hallux rigidus, osteoarthritis, arthrodesis

1. Introducción

1.1. Planteamiento del problema

La artrosis de la articulación metatarsfalángica del hallux es una condición que afecta a adultos a partir de la cuarta década de la vida (1) y que limita la funcionalidad del pie y por ende la marcha. Se considera la segunda patología más frecuente en esta región anatómica, afectando hasta el 5% de la población mayor de 50 años (2).

Esta patología degenerativa es tratada inicialmente con medidas no quirúrgicas como modificación de actividades y de calzado, toma de analgésicos y aplicación de sustancias esteroideas y no esteroideas en la articulación, entre otras (3). Sin embargo, la progresión de la enfermedad lleva a que aproximadamente la mitad de los pacientes requieran manejo quirúrgico (4).

Existen varias opciones de manejo quirúrgico tales como la queilectomía, las osteotomías, las artroplastias de resección, interposición o de implantes, y la artrodesis o fusión de la articulación (5). En la actualidad se considera la artrodesis como el estándar de cuidado en el tratamiento de la osteoartrosis del hallux dolorosa (6-8).

Se han descrito diversos métodos de fijación para la artrodesis de la articulación metatarsfalángica del hallux que incluyen tornillos de compresión interfragmentaria, clavos intramedulares, clavos cruzados, cerclajes, grapas, suturas, ganchos de compresión externa, placas dorsales y la combinación de dos o varios métodos de fijación (9-13).

Los estudios biomecánicos sugieren que la fijación interna rígida combinada de un tornillo de compresión interfragmentaria y una placa dorsal es el constructo mecánico más estable y seguro (9, 14-16). La construcción con una placa no bloqueada ha fallado en laboratorio al presentar brechas articulares de más de 5mm y fracturas peri-implante (9). La construcción combinada de placa y tornillos genera una rigidez al

constructo superior de un promedio de 49N con una fuerza final de falla promedio 50N mayor a la construcción con sólo tornillos cruzados (14).

La variedad de técnicas de fijación para la artrodesis de la articulación metatarso falángica supone un abanico de oportunidades amplio para el cirujano ortopédico sin embargo, hasta la fecha no se conocen resultados sobre la mejoría del dolor y las complicaciones en pacientes con hallux rigidus sintomático manejados quirúrgicamente con un tipo específico de artrodesis que consiste en el uso de placa anatómica dorsal bloqueada de ángulo variable de cromo cobalto combinada con un tornillo de compresión interfragmentaria.

Dado que esta técnica referida se está popularizando en la práctica clínica, en gran parte por sus resultados de laboratorio, se hace relevante analizar los resultados clínicos de la misma en términos de alivio de la sintomatología que lleva a los pacientes a consultar.

1.2. Justificación

De acuerdo con investigación biomecánica, el método de fijación más estable para lograr la artrodesis de la articulación metatarsofalángica del hallux es el uso combinado de una placa dorsal con un tornillo de compresión interfragmentaria. Sin embargo, existen diversos diseños y materiales de placas sin consenso sobre cuál es la mejor opción. Así mismo, existe poca evidencia clínica sobre la mejoría del dolor y las complicaciones de este método de fijación para la artrodesis metatarsofalángica del hallux. Se requieren estudios que reporten los resultados clínicos y las complicaciones de los diversos métodos de fijación de la artrodesis metatarsofalángica del hallux, que permitan comparar sus resultados, identificar sus fallas y en última instancia servir de guía al cirujano en la selección del mejor de método de fijación al momento de realizar este procedimiento quirúrgico.

El objetivo de este trabajo es reportar la mejoría del dolor y las complicaciones de la artrodesis metatarsofalángica del hallux con un método combinado de fijación con placa dorsal anatómica bloqueada

(placa de ángulo variable LCP 1st MTF fusión 2.4/2.7 de cromo cobalto, DePuy Synthes ®) y un tornillo de compresión interfragmentaria, en un grupo de pacientes tratados por dos cirujanos de pie y tobillo en la Fundación Santa Fe de Bogotá durante el periodo de tiempo entre 2012 y 2017. Para conocer los desenlaces clínicos de la intervención estandarizada en una población con hallux rigidus sintomático.

2. Marco Teórico

Definición

El hallux rigidus (HR) es una condición que consiste en la degeneración de la articulación metatarsofalángica del hallux que impide la dorsiflexión del hallux y que se caracteriza por la presencia de osteofitos, disminución del espacio articular, esclerosis subcondral y en ocasiones anquilosis de la articulación (17). Fue descrita por primera vez por Davies-Colley en 1887, aunque fue Cotterill quien acuñó el término HR para caracterizar la limitación dolorosa a la movilidad de esta articulación (5,18,19). Luego del hallux valgus, es la segunda patología en frecuencia del hallux y la primera de tipo degenerativa en las articulaciones del pie (5,20). Se han reportado valores de incidencia desde 2% hasta 5% a partir de la cuarta década de la vida (1,21-23). Los síntomas ocurren principalmente en la fase final del ciclo de la marcha cuando los artejos sufren dorsiflexión pasiva forzada (24).

Tratamiento

La literatura recomienda iniciar el manejo del dolor debido al HR con tratamientos no quirúrgicos tales como cambio de actividades, modificación de calzado, fisioterapia, toma de analgésicos y/o antiinflamatorios no esteroideos e inyección intraarticular de sustancias esteroideas y no esteroideas (3). A pesar de la aceptada recomendación entre varios autores del manejo no quirúrgico, es escasa la evidencia científica sobre la efectividad de este tipo de tratamiento (2), con reportes de hasta 45% de resultados no satisfactorios en una población de 772 pacientes al emplear medidas no operatorias (25). De acuerdo con una revisión sistemática sobre evidencia disponible hasta octubre 2013, el grupo de Cirugía Ortopédica y Traumatología del Hospital Universitario de Canarias en Tenerife, España concluyó que la modificación del calzado, el uso de ortesis plantares y las infiltraciones representan una recomendación moderada, la realización de fisioterapia una recomendación débil y la administración de analgésicos y/o antiinflamatorios una recomendación insuficiente (2).

Dado la alta posibilidad de no lograr el alivio de los síntomas del HR con medidas no quirúrgicas, se considera que el manejo definitivo se consigue con cirugía. Las cirugías descritas para el manejo del HR se dividen en dos categorías: las de preservación y no preservación de la articulación. En el primer grupo se incluye la queilectomía y las osteotomías de metatarsianos o de falanges. En el segundo grupo se encuentran la artrodesis, la artroplastia de resección, la artroplastia por interposición y la artroplastia con implantes (5). Al seleccionar el procedimiento a realizar se deben considerar varios factores como el nivel de síntomas, las expectativas del paciente (3), la edad, el nivel de actividad, la severidad de la enfermedad en base a la evaluación clínica y radiográfica y las comorbilidades (5).

El tratamiento quirúrgico se considera satisfactorio si se logra un pie no doloroso, estable y con una buena alineación del primer rayo (26). McNeil et al en 2013 publicaron un análisis basado en evidencia sobre la eficacia de las diferentes opciones quirúrgicas para el HR doloroso (27). Estos autores concluyeron que no se podía generar una recomendación definitiva sobre cuál era el mejor procedimiento quirúrgico, dada la baja calidad de la evidencia con la mayoría de los estudios nivel III, IV y V, y sólo un estudio de nivel I. Sin embargo, en esa revisión, la artrodesis fue el procedimiento con el mejor grado de recomendación (grado B) por la presencia de estudios de nivel II o III que mostraban hallazgos consistentes acerca de su efectividad.

Antecedentes

La primera artrodesis de la articulación metatarsofalángica fue reportada por Clutton en 1894 (28) y desde entonces se ha considerado como el estándar de oro para el tratamiento quirúrgico de condiciones degenerativas de la primera articulación metatarsofalángica (28-31). La artrodesis es considerada la opción quirúrgica más predecible con tasas más confiables de unión, resultados clínicos consistentes y alta tasa de satisfacción de los pacientes. Con esta técnica se elimina el movimiento doloroso articular y se brinda un brazo de palanca estable para la propulsión durante la marcha (39).

Se han descrito varias técnicas para preparar las superficies óseas para la artrodesis siendo la escarificación de copa y cono la más aceptada. Además se han descrito varios métodos de fijación tales como clavos de

Kirschner, alambres, tornillos cruzados y placas dorsales con o sin tornillos de compresión interfragmentaria. La fijación con placa dorsal y tornillo de compresión interfragmentaria ha demostrado superioridad biomecánica en comparación con otros métodos y por lo tanto es el más utilizado en la actualidad (32-37). Además, se han desarrollado placas dorsales bloqueadas anatómicas para este segmento articular, las cuales brindan teóricamente mejores propiedades mecánicas y mayor facilidad en la aplicación de la osteosíntesis (38) (42).

La técnica de fijación combinada de placa anatómica dorsal bloqueada de ángulo variable (LCP 1st MTF fusión 2.4/2.7 de cromo cobalto DePuy Synthes ®) y un tornillo de compresión interfragmentaria ha sido el método preferido de fijación en los últimos años en la Fundación Santa Fe de Bogotá. Sin embargo, no existen resultados clínicos publicados referentes a alivio del dolor del HR y complicaciones con este método específico fijación.

3. Pregunta de investigación

¿Cuál es la efectividad en términos de mejoría del dolor y las complicaciones a corto plazo de la artrodesis de la articulación metatarsfalángica del hallux fijada con un método combinado de placa anatómica dorsal bloqueada y tornillo de compresión interfragmentaria en pacientes con hallux rigidus doloroso?

4. Objetivos

4.1. *Objetivo general*

Describir la efectividad, en términos de mejoría del dolor, y complicaciones a corto plazo, de la artrodesis metatarsfalángica del hallux usando un método de fijación combinado que incluye una placa anatómica dorsal bloqueada y un tornillo de compresión interfragmentaria, en un grupo de pacientes que fueron intervenidos quirúrgicamente para el manejo de hallux rigidus sintomático en la Fundación Santa Fe de Bogotá entre 2012 y 2017 a un seguimiento mínimo postoperatorio de 1 año.

4.2. *Objetivos específicos*

1. Caracterizar demográfica y clínicamente la población de pacientes con HR doloroso que requieren manejo quirúrgico para control definitivo de los síntomas.
2. Identificar la indicación de artrodesis con placa dorsal y tornillo de compresión de los pacientes intervenidos con esta técnica y los tratamientos recibidos antes de la artrodesis metatarsfalángica del hallux
3. Determinar la mejoría del dolor post operatoria reportada por el paciente usando una escala numérica verbal de 0 a 10
4. Determinar la tasa de complicaciones postoperatorias y de reintervención relacionadas con este procedimiento.
5. Determinar la tasa de unión radiológica y de signos de falla o aflojamiento del material de osteosíntesis.

5. Metodología

5.1. Tipo y diseño de estudio:

Estudio retrospectivo tipo series de casos.

5.2. Población

- *Población de referencia:* Pacientes adultos con cambios degenerativos en la articulación metatarsofalángica del hallux que son tratados con artrodesis del hallux, dado el grado de compromiso degenerativo articular o la falla al tratamiento conservador, fijada con un método combinado de placa anatómica dorsal bloqueada y tornillo de compresión interfragmentaria.
- *Población de estudio:* Pacientes sometidos a artrodesis metatarsofalángica del hallux con placa anatómica dorsal bloqueada de ángulo variable de cromo cobalto y un tornillo de compresión por dos cirujanos de pie y tobillo en la Fundación Santa Fe de Bogotá entre 2012 y 2017 quienes cumplieron con los criterios de selección descritos en la sección 5.4.

5.3. Tamaño de muestra

No se realizó un cálculo del tamaño de muestra *a priori* ya que se decidió incluir toda la población accesible de pacientes que se identificaron durante el periodo de estudio. Se planeó realizar un análisis de poder post-hoc en caso de no encontrar una diferencia estadísticamente significativa en el desenlace primario del estudio.

5.4. Criterios de selección

5.4.1. Criterios de inclusión

1. Pacientes mayores de 18 años con diagnóstico clínico y radiográfico de hallux rigidus (HR) que fueron sometidos a artrodesis metatarsofalángica del hallux, dado el nivel de síntomas o el grado de severidad de la artrosis, por alguno de los dos cirujanos de pie y tobillo de la Fundación Santa Fe de Bogotá en el periodo comprendido entre 2012 y 2017.
2. Artrodesis fijada con un método combinado de placa anatómica dorsal bloqueada de ángulo variable de cromo cobalto y un tornillo de compresión interfragmentaria
3. Seguimiento postoperatorio mínimo de 1 año.

5.4.2. Criterios de exclusión

1. Pacientes con infección local o sistémica activa al momento de la realización de la artrodesis.

2. Pacientes con antecedente de intervenciones quirúrgicas previas en el primer rayo del pie incluyendo cirugías de revisión por artrodesis previa fallida.

5.5. Hipótesis

La artrodesis de la articulación metatarsofalángica del hallux en pacientes con hallux rigidus sintomático con un sistema de placa anatómica dorsal de ángulo variable y tornillo de compresión interfragmentario brinda resultados clínicos satisfactorios a los pacientes en términos de alivio del dolor y no ocurrencia de complicaciones.

5.6. Variables

5.6.1. Variables demográficas

- Edad
- Género
- Estatura
- Peso
- Índice de masa corporal
- Realización de actividad física (30 minutos al día de ejercicios cardiovasculares por 3 días a la semana)

5.6.2. Variables clínicas

- Grado de artrosis en base a la escala Coughlin y Shurnas (3) según radiografías tomadas hasta 6 meses antes de la cirugía
- Dolor en reposo
- Dolor en movimiento
- Escala numérica del 0 al 10 sobre dolor en hallux antes de la cirugía
- Escala numérica del 0 al 10 sobre dolor en hallux luego de mínimo un año de seguimiento postoperatorio
- Tipo de tratamientos realizados antes de la artrodesis
- Tiempo de seguimiento clínico en meses

Tabla 1. Definición de variables

VARIABLE	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERATIVA	ESCALA	UNIDAD DE MEDIDA	POSIBLES VALORES
Edad	Edad del paciente al momento de la cirugía	Edad en años	Nominal	Números enteros	Desde 18 a infinito
Género	Género del paciente intervenido	Hombre/Mujer	Nominal	-	Hombre/Mujer
Estatura	Estatura del paciente al momento de la cirugía	Estatura en metros	Cuantitativa continua	Número reales	Infinito
Peso	Peso del paciente al momento de la cirugía	Peso en kilogramos	Cuantitativa continua	Números enteros	Infinito
Índice de masa corporal	Índice de masa corporal al momento de la cirugía	Índice en kilogramos / metros al cuadrado	Cuantitativa continua	Números reales	Infinito
Realización de actividad física	Realización de actividad física en el mes previo a la cirugía	30 minutos al día de ejercicios cardiovasculares por 3 días a la semana	Dicotómica	Si/No	Si/No
Toma de radiografías de pies comparativas (hasta 6 meses antes de la cirugía)	Se solicitarán radiografías de pies comparativas con apoyo para evaluar signos radiológicos de artrosis del hallux	Revisión retrospectiva de la historia clínica	Dicotómica	Si/No	Si/No
Grado de artrosis	Se medirá según la escala Coughlin y Shurnas (3)	Revisión retrospectiva de la historia clínica	Cuantitativa discreta	Números enteros	0 a 4
Dolor en reposo	Dolor en el hallux al no realizar movimiento ni apoyo	Revisión retrospectiva de la historia clínica	Dicotómica	Si/No	Si/No
Dolor en movimiento	Dolor en el hallux al realizar algún movimiento o apoyo del mismo	Revisión retrospectiva de la historia clínica	Dicotómica	Si/No	Si/No

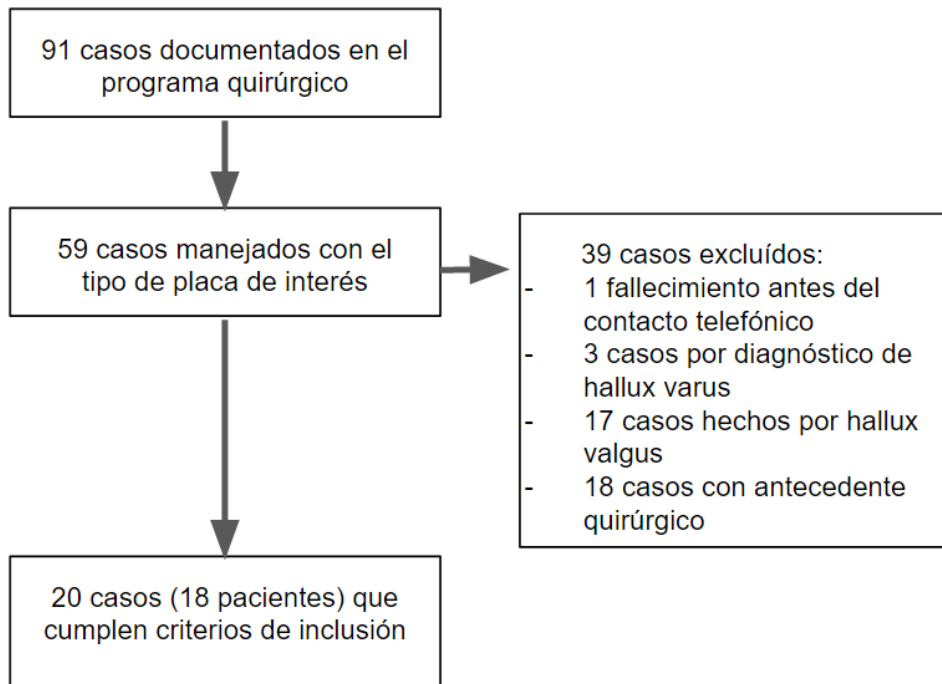
Escala numérica del 0 al 10 sobre dolor en el hallux antes de la cirugía	Se define 10 el dolor máximo que ha presentado esa persona y el 0 como la ausencia de dolor	Revisión retrospectiva de la historia clínica	Cuantitativa discreta	Números enteros	0 al 10
Escala numérica del 0 al 10 sobre dolor en el hallux luego de mínimo un año de seguimiento postoperatorio	Se define 10 el dolor máximo que ha presentado esa persona y el 0 como la ausencia de dolor	Revisión retrospectiva de la historia clínica	Cuantitativa discreta	Números enteros	0 al 10
Tipo de tratamiento realizado antes de la artrodesis	Se definen manejos no quirúrgicos y se evalúan de forma dicotómica	Analgésicos, antiinflamatorios no esteroideos, combinación de los medicamentos previos, fisioterapia, inyección intraarticular de esteroides, inyección intraarticular de sustancias no esteroideas	Dicotómico para el tratamiento que aplique	Si/No	Si/No
Tiempo de seguimiento clínico en meses	Seguimiento realizado en meses luego de la artrodesis	Revisión retrospectiva de la historia clínica	Cuantitativa continua	Números enteros	Desde 0 a infinito
Evidencia radiográfica de consolidación de la artrodesis en el postoperatorio	Se refiere a la toma de radiografías en el postoperatorio y a su análisis sobre la evidencia de consolidación ósea	Interpretación de las radiografías postoperatorias sobre signos de consolidación ósea por parte de alguno de los cirujanos	Dicotómica	Si/No	Si/No
Cantidad de meses de toma de las radiografías postoperatorias	Se anota el tiempo en meses en el que se toman las radiografías postoperatorias utilizadas para analizar signos de consolidación ósea	Número de meses entre la cirugía y el último registro radiográfico de la misma	Cuantitativa continua	Números enteros	Desde 0 a infinito

5.7. Proceso de recolección de la información

Para identificar la población de estudio, se revisaron de forma retrospectiva la base de datos de pacientes intervenidos quirúrgicamente en la Fundación Santa Fe de Bogotá y la base de datos del proveedor de la placa anatómica dorsal utilizada en este estudio entre 2012 y 2017. Se realizó una revisión detallada de la descripción quirúrgica de cada paciente para corroborar que el tipo de osteosíntesis realizada fuera consistente con la descrita en los criterios de inclusión. Posterior a la inclusión, se revisó la historia clínica de cada paciente y se recolectaron los datos de las variables presentadas en la sección 5.5 en una hoja de cálculo de Excel. Toda la información fue recolectada y tabulada por un mismo investigador. Se recolectaron los valores de las escalas numéricas de dolor antes y después de la cirugía después de un seguimiento mínimo de 1 año. Los pacientes fueron contactados de manera telefónica con el fin de recolectar la información de los desenlaces de interés (dolor, reintervención, complicaciones) en los pacientes que se perdieron al seguimiento antes del año o de actualizar la información en aquellos pacientes que tenían seguimiento mínimo de 1 año en la historia clínica. Se revisó el archivo radiográfico del hospital para identificar las radiografías postoperatorias disponibles y evaluar las variables radiográficas de unión y falla del material de osteosíntesis.

5.7.1. Selección de los pacientes

Durante el periodo de estudio, se identificaron 91 casos de artrodesis metatarsofalángica del hallux. De estos 91 casos, 32 casos (35%) que fueron fijados con otros métodos diferentes a la placa dorsal y el tornillo de compresión fueron excluidos. De los 59 casos que fueron fijados con placa dorsal anatómica y tornillo de compresión interfragmentaria, 39 fueron excluidos: un caso falleció antes de lograrse el seguimiento telefónico propuesto, 18 casos tenían antecedente quirúrgico en el primer rayo del pie, 17 casos la artrodesis fue realizada por diagnóstico de hallux valgus y en 3 casos por diagnóstico de hallux varus, dejando 20 casos (18 pacientes con 2 casos bilaterales) para el análisis final (Flujograma 1).



Flujograma 1. Diagrama de flujo de la búsqueda y depuración de pacientes.

5.8. Técnica quirúrgica

En todos los casos, la cirugía se realizó de forma ambulatoria, con anestesia regional y sedación asistida por anestesiólogo. Previo a la incisión se realizó expresión venosa de la extremidad con vendaje elástico en el tobillo el cual se mantuvo como torniquete durante la totalidad del procedimiento quirúrgico. Mediante abordaje dorsal a la articulación metatarsofalángica del hallux se expusieron las superficies articulares, se removieron todos los osteofitos adyacentes a la superficie articular y preparan las superficies articulares para la artrodesis utilizando fresas canuladas cóncavas y convexas. Se realizó una fijación temporal de la artrodesis con clavo liso y se evaluó la alineación de la artrodesis en dos planos. Una vez la alineación se consideró satisfactoria, se procedió a realizar la artrodesis con tornillo de compresión interfragmentario el cual se posicionó en todos los casos desde la parte medial y distal de la falange proximal del hallux hacia la parte proximal lateral del primer metatarsiano. Una vez confirmada la adecuada posición y fijación del tornillo de compresión interfragmentaria se posicionó la placa de ángulo variable anatómica en la parte dorsal de la articulación metatarsofalángica la cual se fijó inicialmente con tres tornillos distales y luego con tres tornillos proximales en todos los casos.

En los casos en los que no se utiliza el tornillo de compresión interfragmentaria se realiza dicha maniobra con la misma placa.

5.9. Protocolo de rehabilitación

Todos los pacientes se manejaron con un mismo protocolo de rehabilitación que consiste en el uso de zapato postoperatorio durante 4 semanas permitiendo apoyo a tolerancia y el uso de soportes externos para la marcha en los casos necesarios. Después de las 4 semanas se retiran los puntos de sutura y se inicia la terapia física con medidas antiedema, fortalecimiento muscular y movilidad activa. Cuando consolida la artrodesis se continúa con entrenamiento en marcha sin el zapato postoperatorio y propiocepción. El número de sesiones depende de la evolución de cada paciente.

5.10. Análisis estadístico

Los datos se analizaron con estadísticas descriptivas para determinar la frecuencia para variables categóricas y la media, desviación estándar, mediana y cuartiles para variables continuas, según fuera apropiado para su distribución. Para comparar la mejoría del dolor del preoperatorio al último seguimiento postoperatorio se utilizó la prueba t de Student para muestras pareadas. Todo el análisis estadístico se realizó usando el software estadístico Stata (versión 14; Stata-Corp, College Station, TX, USA).

6. Aspectos éticos

Este estudio se realizó dentro de los principios éticos para las investigaciones médicas en seres humanos según la Declaración de Helsinki - 59a Asamblea General, Seúl, Corea, octubre 2008. Se tuvieron en cuenta las regulaciones locales del Ministerio de Salud de Colombia Resolución 8430 de 1993 en lo concerniente al Capítulo I “De los aspectos éticos de la investigación en seres humanos”

La presente investigación se realizó de forma paralela al tratamiento convencional de pacientes llevados a procedimientos quirúrgicos en la Fundación Santa Fe de Bogotá; de modo tal que la población a evaluar aceptó la realización de la cirugía y el uso de sus datos para fines investigativos sin ser necesario la realización de otro consentimiento informado para almacenar y analizar la información de interés para los investigadores del presente estudio. Se limitó el acceso de los instrumentos de investigación únicamente a los investigadores según Artículo 8 de la Resolución 008430 de 1993 del Ministerio de Salud.

Fue responsabilidad de los investigadores el guardar con absoluta reserva la información contenida en las historias clínicas y a cumplir con la normatividad vigente en cuanto al manejo de la misma reglamentados en los siguientes: Ley 100 de 1993, Ley 23 de 1981, Decreto 3380 de 1981, Resolución 008430 de 1993 y Decreto 1995 de 1999.

Todos los integrantes del grupo de investigación estarán prestos a dar información sobre el estudio a entes organizados, aprobados e interesados en conocerlo siempre y cuando sean de índole académica y científica, preservando la exactitud de los resultados y haciendo referencia a datos globales y no a pacientes o instituciones en particular.

Se mantuvo absoluta confidencialidad y se preservó el buen nombre institucional profesional. El estudio se realizó con un manejo estadístico imparcial y responsable. No existe ningún conflicto de interés por parte de los autores del estudio que deba declararse. La presente investigación fue clasificada dentro de la categoría de riesgo mínimo debido a que fue realizada de forma retrospectiva sin tener consecuencia directa en el manejo médico de ningún paciente ni de sus posibles consecuencias.

7. Administración del proyecto

7.1. Cronograma

	Actividades	Agosto - Diciembre 2017	Enero - Julio 2018	Agosto - Diciembre 2018	Enero - Julio 2019	Agosto - Diciembre 2019	Enero - Junio 2019
1	Realización de protocolo y presentación a Comité Científico y de la Fundación Santa Fe de Bogotá y de la Universidad del Rosario	X					
2	Realización de ajustes del protocolo según conceptos de Comités Científico de Fundación Santa Fe y de Universidad del Rosario y presentación a Comité de Ética de Fundación Santa Fe		X				
3	Revisión parcial retrospectiva de información clínica y adición de tiempo para estudio ante Comités Institucionales			X			
4	Revisión retrospectiva de la base de datos de pacientes definidos en este Protocolo				X		
5	Diligenciamiento de instrumento de recolección de datos de los					X	

	pacientes afines						
6	Análisis de información						X
7	Reporte final						X

7.2. Presupuesto

El proyecto se realizó en un periodo de tiempo de 3 años, no se requirieron fuentes de financiación externas.

8. Resultados

El estudio incluyó 11 mujeres (12 casos) y 7 hombres (8 casos) con una edad promedio de 58 años (Rango 21-75 años). El índice de masa corporal promedio fue $24.5 \pm 3 \text{ kg/ m}^2$. Radiológicamente, el grado de artrosis preoperatoria fue clasificado como grado II en 2 casos (10%), grado III en 12 casos (60%) y grado IV en 6 casos (30%). Antes de la cirugía, el 35% de los casos había fallado a manejos no quirúrgicos, mientras que el 65% de los casos no había realizado ningún tratamiento. Una descripción detallada de los manejos no quirúrgicos utilizados por estos pacientes se presenta en la tabla 1. Todos los casos reportaron dolor con el movimiento antes de la cirugía, mientras que sólo 7 casos (35%) reportaron dolor en reposo.

Tratamientos previos	Número de casos (%)
Ninguno	61%
Analgésicos orales	17%
Analgésicos tópicos	11%
Ortesis	11%
Infiltración articular	11%
Medios físicos	6%

Tabla 1. Tratamientos realizados antes de la cirugía de artrodesis metatarsfalángica del hallux

Después de un seguimiento postoperatorio promedio de 58 meses (rango 26-75 meses), hubo una disminución estadísticamente significativa del dolor de 6.7 puntos en la escala visual analógica (EVA) del dolor (Intervalo de confianza [IC] 95% 5.6 a 7.8 puntos) pre operatoriamente a 0.3 puntos (IC 95% 0 a 0.7 puntos) post operatoriamente ($p < 0.001$) (Figura 1). Durante el mismo tiempo de seguimiento, ningún paciente reportó reintervenciones ni complicaciones infecciosas o de cicatrización. Solo un caso (5%) reportó molestias en otras áreas del pie debido a la aparición de juanillos. Tres casos (15%) reportaron molestias con el uso de cierto tipo de calzado. De siete casos que reportaron realizar actividad física deportiva antes de cirugía, seis (86%)

podieron regresar a actividad física deportiva sin dolor después del procedimiento, incluyendo tres pacientes que realizaban trote de larga distancias.

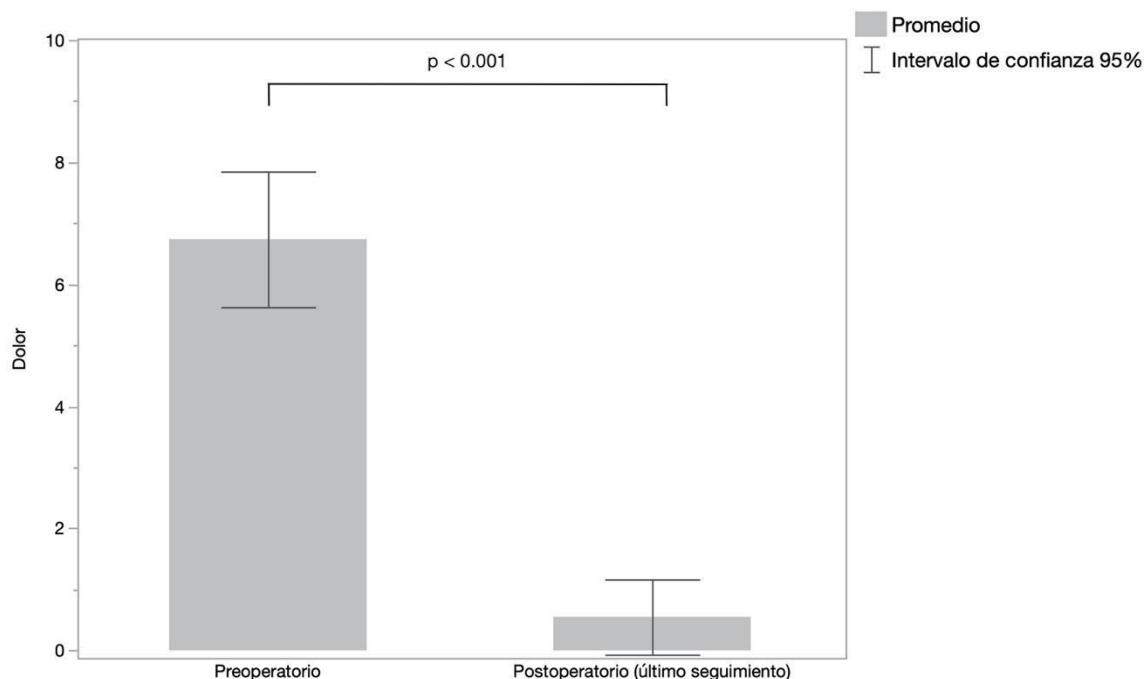


Figura 1. Comparación del dolor promedio preoperatorio con el dolor promedio postoperatorio al último seguimiento. Las barras de error en la parte superior de cada promedio representan el intervalo de confianza al 95%.

En 15 de los 20 casos (75%) se logró seguimiento radiológico a un tiempo promedio de 14 meses (rango 05-58 meses). En todos estos 15 casos se identificaron signos radiológicos de unión de la artrodesis, sin signos de aflojamiento o falla del material de osteosíntesis (Figura 2). Y en los 5 casos restantes tampoco hubo documentación clínica de no unión de la artrodesis.

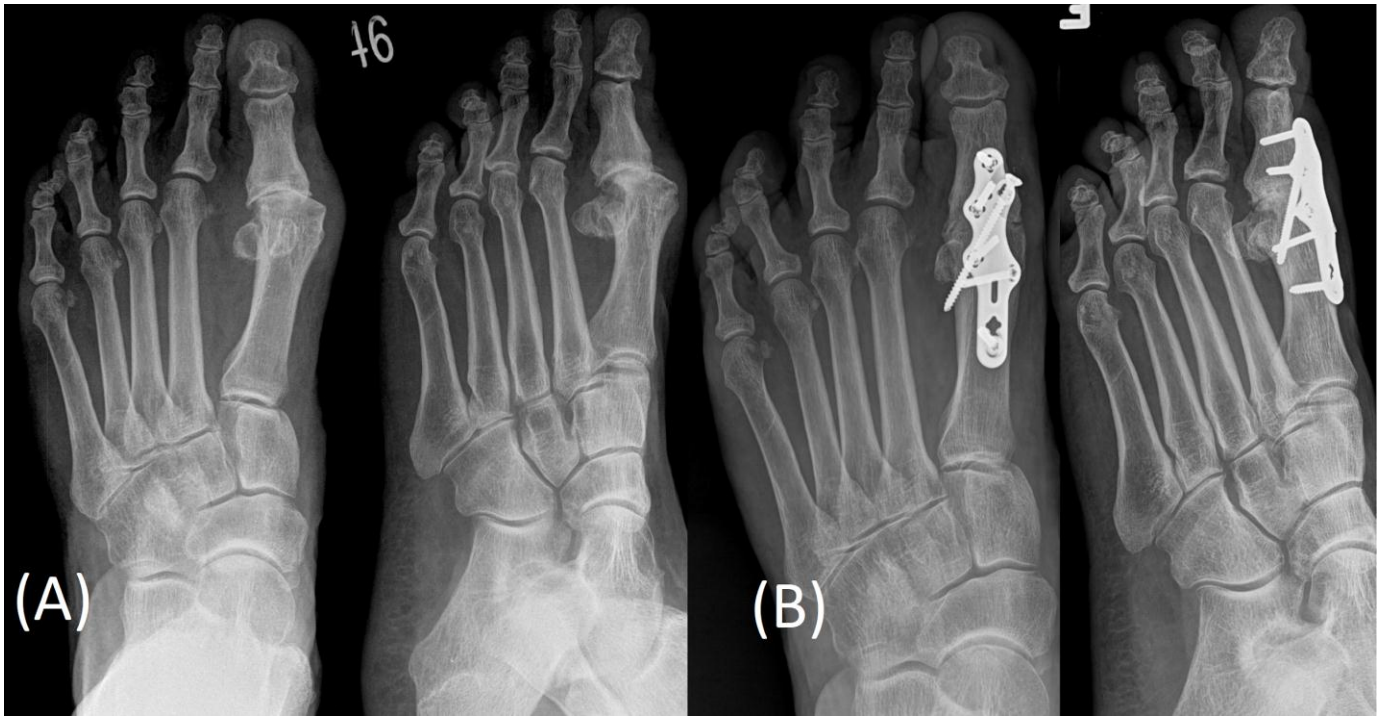


Figura 2. (A) Paciente de 68 años con hallux rigidus grado IV/IV. (B) Resultados radiográficos luego de 8 meses de artrodesis metatarsofalángica del hallux con tornillo de compresión interfragmentaria y placa anatómica dorsal.

9. Discusión

El presente estudio presenta los resultados a corto plazo de una técnica de fijación combinada con placa anatómica dorsal y tornillo de compresión interfragmentaria para la artrodesis metatarsofalángica del hallux en pacientes con hallux rigidus sintomático. De acuerdo con nuestros hallazgos, este método de fijación resulta en una mejoría significativa del dolor sin reintervenciones o complicaciones reportadas en este grupo de pacientes. En los pacientes incluidos, el nivel de dolor reportado por el paciente después de un seguimiento promedio de 58 meses mejoró un 92% comparado con el nivel de dolor preoperatorio. La mayoría de los pacientes (16 pacientes; 80%) reportó no tener dolor alguno en el hallux al momento del último seguimiento. Adicionalmente, el 86% de los pacientes que realizaban actividad física deportiva pudieron retornar a actividad física sin dolor incluyendo tres pacientes que realizaban trote de manera frecuente. Tres pacientes femeninas (27% del total de mujeres estudiadas) refirieron presentar molestias con el uso de calzado con tacón. A pesar de que el uso de este tipo de calzado puede afectar la satisfacción del paciente con el procedimiento, es un problema que se soluciona fácilmente con el uso de otro tipo de calzado.

La técnica combinada de placa dorsal y un tornillo de compresión interfragmentaria es una técnica que ha demostrado ser biomecánicamente más estable a las fuerzas de un ciclo de marcha. Politi et al. (16) reprodujeron de forma estandarizada en 40 modelos óseos sintéticos cinco técnicas de fijación diferentes (fijación con un tornillo de compresión interfragmentaria, fijación con clavos de Kirschner cruzados, fijación con placa dorsal y tornillo de compresión interfragmentaria) para la artrodesis de la articulación metatarsofalángica del hallux. En su estudio midieron el micromovimiento intraarticular durante fuerzas simuladas de un ciclo de marcha. Encontraron esta combinación como la más rígida, con cifras de resistencia a la apertura intraarticular que duplicaban a la segunda construcción más estable (la fijación con tornillo de compresión interfragmentaria).

La técnica de fijación realizada en nuestro estudio implicó el uso de una placa dorsal bloqueada. Aunque se ha sugerido que las fijaciones rígidas tales como las placas bloqueadas, pueden asociarse a mayores tasas de no unión (38), no encontramos ningún caso de no unión sintomática que requirieron reintervención o de no unión

radiológica en los pacientes en los que se evaluaron radiografías postoperatorias en el presente estudio. Adicionalmente, este tipo de fijación rígidas ofrecen ventajas en la rehabilitación postoperatoria, tales como la capacidad del paciente para apoyar la extremidad a tolerancia según dolor desde el primer día postoperatorio.

Nuestra población de estudio y resultados son similares a los publicados por Chraim et al. (43) quienes realizaron en una población de 60 pacientes de edad promedio 68 años artrodesis metatarsfalángica del hallux con un sistema de fijación semejante al realizado por nosotros y obtuvieron una tasa de unión del 93.3% vs. 100% en nuestro caso, mejoría significativa del dolor que se tradujo en su estudio en pacientes satisfechos y cero casos de revisión.

El uso de la escala visual analógica (EVA) del dolor también fue reportada por Goucher et al. (44) en su estudio de 50 pacientes llevados a artrodesis metatarsfalángica con placa dorsal y tornillo de compresión interfragmentaria por diversas patologías, siendo el hallux rigidus la principal (32% de casos). Estos autores documentaron también una mejoría de la puntuación en el postoperatorio a valores promedio menores de 1 punto. Doty et al. (45) en un estudio semejante al de Goucher et al. también reporta disminución de la puntuación de la EVA desde un promedio de 6.6 en el preoperatorio a 1.6 en el postoperatorio.

Con respecto al retorno a actividades cotidianas y de alto impacto, en nuestro estudio encontramos un retorno en la mayoría de pacientes a su nivel previo de actividad física, lo cual concuerda con los resultados de Jones et al. (46) quienes evaluaron en 33 pacientes con hallux rigidus (grado de artrosis II, III y IV) el retorno a actividades físicas luego de artrodesis con placa dorsal y tornillo de compresión interfragmentaria. La mayoría de sus pacientes (82%) retornaron a su nivel previo de actividad de alto o bajo impacto en promedio a las 20 semanas de postoperatorio.

Los resultados de nuestro estudio van en congruencia con la literatura con respecto a efectividad de la técnica quirúrgica para mejorar el dolor, una tasa baja de complicaciones, satisfacción de los pacientes y retorno a actividades funcionales con mínimas molestias.

Las fortalezas de este estudio incluyen el uso de una misma técnica estandarizada de artrodesis de la articulación metatarsofalángica del hallux por parte de dos cirujanos en una misma institución, un protocolo de rehabilitación estandarizado y el hecho de ser el primer estudio en reportar resultados específicamente para la placa anatómica dorsal bloqueada. Sin embargo, este estudio tiene varias limitaciones y sus resultados deben ser evaluados a la luz de esas limitaciones.

Primero, este es un estudio retrospectivo de serie de casos con las limitaciones inherentes a este tipo de diseño metodológico. Segundo, el tamaño de muestra es pequeño y limitado a 20 casos. Sin embargo, se encontraron diferencias estadística y clínicamente significativas en el desenlace principal de dolor con una mejoría consistente del dolor en una considerable mayoría de los pacientes. Tercero, el desenlace principal evaluó únicamente el alivio del dolor basado en una escala subjetiva aplicada a los pacientes por vía telefónica y no se evaluaron otros desenlaces reportados por el paciente, tales como escalas validadas de funcionalidad para pie y tobillo, que permitieran un mayor entendimiento de la mejoría en los diferentes dominios de funcionalidad del pie. Cuarto, aunque se evidenciaron resultados radiológicos muy satisfactorios, el seguimiento radiológico no estuvo disponible para la totalidad de pacientes incluidos. Finalmente, no existe un grupo de control para comparar directamente estos resultados con los de otras técnicas de fijación de la artrodesis.

Aunque este método de fijación combinado mostró resultados satisfactorios y puede tener varias ventajas comparado con otros métodos, una potencial desventaja es el costo asociado a su uso. Las placas anatómicas bloqueadas son dispositivos de fijación más costosos comparado con los métodos de fijación tradicionales tales como placas no anatómicas o el uso único de tornillos de compresión interfragmentaria. Por lo tanto, se requieren estudios comparativos directos que permitan calcular diferencias en efectividad y costos, y permitan establecer la costo-efectividad de los sistemas de fijación modernos como el presentado en este estudio. Se requiere más evidencia prospectiva y comparativa, idealmente experimentos comparativos aleatorizados, para determinar el método de fijación ideal en términos de efectividad, seguridad y costo-efectividad para la artrodesis metatarsofalángica del hallux.

10. Referencias

1. A finite-element analysis study of the metatarsophalangeal joint of the hallux rigidus. Flavin R, Halpin T, O'Sullivan R et al. *J Bone Joint Surg [Br]*2008;90-B:1334-40.
2. Asunción J, Martín X. Hallux rigidus: etiología, diagnóstico, clasificación y tratamiento. *Rev Ortop Traumatol.* 2010;54:321---8.
3. Surgical Management of Hallux Rigidus. Deland JTh, Williams BR. *J Am Acad Orthop Surg* 2012;20:347-358
4. Pons M, Alvarez F, Solana J, Viladot R, Varela L: Sodium hyaluronate in the treatment of hallux rigidus: A single-blind, randomized study. *Foot Ankle Int*2007;28(1):38-42.
5. Current Concepts Review: Hallux Rigidus. Yee G, Lau J, *Foot Ankle Int* 2008 29: 637. DOI: 10.3113/FAI.2008.0637.
6. A Retrospective Comparison of First Metatarsophalangeal Joint Arthrodesis Using a Locked Plate and Compression Screw Technique. Hyer Ch, Scott RT, Swiatek M. *Foot & Ankle Specialist* 2012;5(5):289-292.
7. Berlet GC, Hyer CF, Glover JP. A retrospective review of immediate weightbearing after first metatarsophalangeal joint arthrodesis. *Foot Ankle Spec.* 2008;1:24-28.
8. A Retrospective Comparison of Four Plate Constructs for First Metatarsophalangeal Joint Fusion: Static Plate, Static Plate with Lag Screw, Locked Plate, and Locked Plate with Lag Screw. Hyer Ch, Scott RT, Swiatek M. *JFAS* 2012; Volume 51, Issue 3, Pages 285–287.
9. Locked Versus Nonlocked Plate Fixation for First Metatarsophalangeal Arthrodesis: A Biomechanical Investigation. Hunt K, Barr CR, Lindsey DP, Chou LB. *Foot & Ankle International*/Vol. 33, No. 11/November 2012:984-990.
10. Coughlin, MJ: Arthrodesis of the first metatarsophalangeal joint. *Orthop Rev.* 19:177 –186, 1990.
11. Hamilton, GA; Ford, LA; Patel, S: First metatarsophalangeal joint arthrodesis and revision arthrodesis. *Clin Podiatr Med Surg.*26:459 – 473, 2009. <http://dx.doi.org/10.1016/j.cpm.2009.03.010>.
12. Mann, RA; Oates, JC: Arthrodesis of the first metatarsophalangeal joint. *Foot Ankle.* 1:159 – 166, 1980.
13. Womack, JW; Ishikawa, SN: First metatarsophalangeal arthrodesis. *Foot Ankle Clin.*14:43 – 50, 2009. <http://dx.doi.org/10.1016/j.fcl.2008.11.008>
14. Buranosky, DJ; Taylor, DT; Sage, RA; et al.: First metatarsophalangeal joint arthrodesis: quantitative mechanical testing of six-holed dorsal plate versus crossed screw fixation in cadaveric specimens. *J Foot Ankle Surg.* 40:208 – 213, 2001. [http://dx.doi.org/10.1016/S10672516\(01\)80020-X](http://dx.doi.org/10.1016/S10672516(01)80020-X)
15. Curtis, MJ; Myerson, M; Jinnah, RH; Cox, QG; Alexander, I: Arthrodesis of the first metatarsophalangeal joint: a biomechanical study of internal fixation techniques. *Foot Ankle.* 14:395 – 399, 1993.
16. Politi, J; John, H; Njus, G; Bennett, GL; Kay, DB: First metatarsal-phalangeal joint arthrodesis: a biomechanical assessment of stability. *Foot Ankle Int.* 24:332 – 337, 2003.
17. Clinical Presentation and Management of Hallux Rigidus. Kamran S. Hamid, MD, MPH, Selene G. Parekh, MD, MBA, * *Foot Ankle Clin N Am* 20 (2015) 391–399.
18. Dickerson, JB; Green, R; Green, DR: Long-Term followup of the Green-Watermann osteotomy for hallux limitus. *J. Am. Podiatr. Med. Assoc.* 92(10):543 – 554, 2002.
19. Easley, ME; Davis, WH; Anderson, RB: Intermediate to long-term followup of medial-approach dorsal cheilectomy for hallux rigidus. *Foot Ankle Int.* 20(3):147 –152, 1999.
20. Horton, GA; Park, YW; Myerson, MS: Role of metatarsus primus elevatus in the pathogenesis of hallux rigidus. *Foot Ankle Int.*20(12):777 – 780, 1999.
21. Coughlin MJ, Shurnas PS. Hallux rigidus: demographics, etiology, and radiographic assessment. *Foot Ankle Int* 2003;24:731-43.
22. Mann RA, Coughlin MJ, DuVries HL. Hallux rigidus: a review of the literature and a method of treatment. *Clin Orthop* 1979;142:57-63.
23. Moberg E. A simple operation for hallux rights. *Clin Orthop* 1979;142:55-6.

24. First Metatarsophalangeal Arthrodesis for Hallux Rigidus. Fuhrmann RA. *Foot Ankle Clin N Am* 16 (2011) 1–12 doi:10.1016/j.fcl.2010.12.003
25. Grady JF, Axe TM, Zager EJ, Sheldon LA. A retrospective analysis of 772 patients with hallux limitus. *J Am Podiatr Med Assoc*. 2002;92:102–8.
26. A Short-Term Retrospective of First Metatarsophalangeal Joint Arthrodesis Using a Plate With Pocket Lock Fixation. Gross ChE, Bei Ch, Parekh SG. *Foot & Ankle Specialist* 2015;XX,X:1-6.
27. Evidence-Based Analysis of the Efficacy for Operative Treatment of Hallux Rigidus. McNeil DS, Baumhauer JF, Glazebrook MA. *Foot Ankle Int* 2013 34: 15. DOI:10.1177/1071100712460220.
28. Clutton HH. The treatment of hallux valgus. *St Thomas Rep* 1894;22:1–12.
29. Coughlin MJ, Shurnas PS. Hallux rigidus: grading and long-term results of operative treatment. *J Bone Joint Surg Am* 2003;85(11):2072–88.
30. Shereff MJ, Baumhauer JF. Hallux rigidus and osteoarthritis of the first metatarsophalangeal joint. *J Bone Joint Surg Am* 1998;80(6):898–908.
31. Lombardi CM, Silhanek AD, Connolly FG, et al. First metatarsophalangeal arthrodesis for treatment of hallux rigidus: a retrospective study. *J Foot Ankle Surg* 2001;40(3):137–43.
32. A Comparison of Nonlocking Semitubular Plates and Precontoured Locking Plates for First Metatarsophalangeal Joint Arthrodesis. Mayer SA, Zelenski NA, DeOrio JK, Easley ME, Nunley JA. *Foot & Ankle International* 2014, Vol. 35(5) 438–444.
33. Buranosky DJ, Taylor DT, Sage RA, et al. First metatarsophalangeal joint arthrodesis: quantitative mechanical testing of six hole dorsal plate versus crossed screw fixation in cadaveric specimens. *J Foot Ankle Surg*. 2001;40:208-213.
34. Hunt KJ, Barr CR, Lindsey DP, Chou LB. Locked versus non-locked plate fixation for first metatarsophalangeal arthrodesis: biomechanical investigation. *Foot Ankle Int*. 2012;33:984-990.
35. Hyer CF, Glover LP, Berlet GC, Lee TH. Cost comparison of crossed screws versus dorsal plate construct for first metatarsophalangeal joint arthrodesis. *J Foot Ankle Surg*. 2008;47:13-18.
36. Neufeld SK, Parks BG, Naseef GS, Melamed EA, Schon LC. Arthrodesis of the first metatarsophalangeal joint: a biomechanical study comparing memory compression staples, cannulated screws and a dorsal plate. *Foot Ankle Int*. 2002;23:97-101.
37. Politi J, Hayes J, Njus G, Bennett GL, Kay DB. First metatarsal-phalangeal joint arthrodesis: a biomechanical assessment of stability. *Foot Ankle Int*. 2003;24:332-337.
38. Locked Versus Nonlocked Plate Fixation For Hallux MTP Arthrodesis. Hunt KJ, Ellington JK, Anderson RB, Cohen BE, Davis WH, Jones CP. *Foot & Ankle International*/Vol. 32, No. 7/July 2011.
39. End-Stage Hallux Rigidus Cheilectomy, Implant, or Arthrodesis?. Peace RA, Hamilton GA. *Clin Podiatr Med Surg* 29 (2012) 341–353 doi:10.1016/j.cpm.2012.04.002.
40. Solan MC, Calder JD, Bendall SP. Manipulation and injection for hallux rigidus. Is it worthwhile? *J Bone Joint Surg Br* 2001; 83: 706-708 [PMID: 11476310 DOI: 10.1302/0301-620X.83B5.11425].
41. Lam A, Chan JJ, Surace MF, Vulcano E. Hallux rigidus: How do I approach it? *World J Orthop* 2017 May 18; 8(5): 364-371.
42. Brodsky JW, Baum BS, Pollo FE, Mehta H. Prospective gait analysis in patients with first metatarsophalangeal joint arthrodesis for hallux rigidus. *Foot Ankle Int* 2007; 28: 162-165 [PMID: 17296132 DOI: 10.3113/FAI.2007.0162]
43. Chraim et al. Long-term outcome of first metatarsophalangeal joint fusion in the treatment of severe hallux rigidus. 2016. 40(11). *International Orthopaedics (SICOT)* DOI 10.1007/s00264-016-3277-1.
44. Goucher et al. Hallux Metatarsophalangeal Joint Arthrodesis Using Dome-Shaped Reamers and Dorsal Plate Fixation: A Prospective Study. *Foot & Ankle International*. 2006. 27(11).
45. Doty et al. Hallux Metatarsophalangeal Joint Arthrodesis With a Hybrid Locking Plate and a Plantar Neutralization Screw: A Prospective Study. *Foot & Ankle International* 34(11) 1535–1540.
46. Jones et al. Comparison of Hallux Rigidus Surgical Treatment Outcomes Between Active Duty and Non-Active Duty Populations. *Journal of the American Podiatric Medical Association*. 2018. 108(4).

11. Anexos

11.1. Anexo 1.

Formato de recolección de información (cuestionario)

- Fecha de realización de la cirugía
- Nombre del paciente
- Lateralidad de la cirugía realizada
- Número de identificación del paciente
- Edad al momento de la cirugía
- Género
- Estatura (cm)
- Peso (kg)
- Índice de masa corporal
- Actividad física
- Radiografías tomadas hasta 6 meses antes de la cirugía
- Grado de artrosis (0 a 4)
- Dolor en reposo
- Dolor en movimiento
- Dolor en el hallux antes de la cirugía
- Dolor en el hallux luego de al menos un año de postoperatorio
- Realización de algún tratamiento previo a la cirugía
- Tiempo de seguimiento clínico (meses)