



## Original

# Reducción cerrada y fijación percutánea con agujas de la fractura-luxación de Lisfranc

I. Urrea Guergue<sup>1</sup>, I. Jiménez-Tellería<sup>1</sup>, I. Uriarte<sup>1,3</sup>, U. Aguirre<sup>2</sup>, L. Gorostiola<sup>1</sup>, J. Moreta<sup>1,3</sup>

<sup>1</sup> Servicio de Cirugía Ortopédica y Traumatología. Hospital de Galdakao-Usansolo. Bizkaia

<sup>2</sup> Unidad de Investigación. Hospital Galdakao-Usansolo. Red de Investigación en Servicios de Salud en Enfermedades Crónicas (REDISSEC). Galdakao, Bizkaia

<sup>3</sup> Grupo de Cirugía Reconstructiva de Extremidad Inferior. Instituto de Investigación Sanitaria Biocruces Bizkaia. Hospital Galdakao-Usansolo. Bizkaia

### Correspondencia:

Dra. Ioar Urrea Guergue

Correo electrónico: ioar.urra@gmail.com

Recibido el 30 de noviembre de 2021

Aceptado el 3 de mayo de 2022

Disponible en Internet: diciembre de 2022

### RESUMEN

**Introducción:** el objetivo del presente estudio es analizar los resultados clínicos y radiológicos de la reducción cerrada y fijación percutánea con agujas de la fractura-luxación de Lisfranc tras un seguimiento mínimo de 10 años. Los resultados de esta misma cohorte de pacientes fueron publicados previamente en 2009.

**Material y métodos:** se revisaron retrospectivamente 12 casos. La valoración funcional se realizó mediante la escala de mediopié de la American Orthopaedic Foot and Ankle Society (AOFAS), analizando también el grado de satisfacción subjetiva del paciente. Para la valoración radiológica se tuvo en cuenta la presencia de reducción anatómica y de alineación tarsometatarsiana.

**Resultados:** tras un seguimiento medio de 15,75 años, la puntuación media en la escala de la AOFAS de los casos que presentaron reducción anatómica fue de 81 frente a 71,6 de los pacientes sin reducción anatómica. La satisfacción subjetiva del paciente fue también mayor en los casos que presentaron una reducción anatómica. A largo plazo, se evidenció un mayor empeoramiento de la puntuación de la AOFAS y de la satisfacción subjetiva del paciente en aquellos pacientes que no presentaron una

### ABSTRACT

#### Closed reduction and percutaneous wire fixation of Lisfranc fracture-dislocation

**Background:** the purpose of this study was to analyse the clinical and radiological results of closed reduction and percutaneous wire fixation of Lisfranc fracture-dislocation after a minimum follow-up of 10 years. The results for this same cohort were previously published in 2009.

**Methods:** 12 cases were retrospectively reviewed. The functional outcome was assessed using the American Orthopaedic Foot and Ankle Society (AOFAS) scale and the level of patient subjective satisfaction. For the radiological assessment, the anatomical reduction and the tarsometatarsal alignment were analysed.

**Results:** the mean follow-up was 15.75 years. According to the AOFAS scale, cases with anatomical reduction had higher score (81) compared to cases without anatomical reduction (71.6). The patient subjective satisfaction was also higher when anatomical reduction was present. Long-term results showed a more pronounced worsening at AOFAS scale and patient subjective satisfaction when anatomical reduction or tarsometatarsal alignment were not present.



<https://doi.org/10.24129/j.rpt.3602.fs2111030>

© 2022 SEMCPT. Publicado por Imaidea Interactiva en FONDOSCIENCE® ([www.fondoscience.com](http://www.fondoscience.com)).

Este es un artículo Open Access bajo la licencia CC BY-NC-ND ([www.creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/](http://www.creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/)).

reducción anatómica, así como en aquellos que no presentaron alineación tarsometatarsiana.

**Conclusión:** se considera la reducción cerrada y la fijación percutánea con agujas de la fractura-luxación de Lisfranc una opción de tratamiento válida que proporciona una estabilidad suficiente y sin complicaciones asociadas a los implantes, teniendo su principal indicación en aquellos casos en los que el estado de las partes blandas se encuentre muy comprometido. Los resultados funcionales experimentaron un empeoramiento más marcado en los casos en los que la reducción anatómica o la alineación tarsometatarsiana no estuvieron presentes, por lo que dicha reducción debe ser el objetivo principal.

**Palabras clave:** Fractura-luxación de Lisfranc. Reducción cerrada. Fijación percutánea. Reducción anatómica.

## Introducción

La fractura-luxación de Lisfranc es una lesión poco frecuente, aproximadamente el 0,2% del total de las fracturas del cuerpo<sup>(1)</sup>. El tratamiento de elección de este tipo de lesiones es el tratamiento quirúrgico<sup>(2-8)</sup> y existen principalmente 2 opciones: realizar una reducción cerrada y un abordaje percutáneo o realizar una reducción abierta. En cualquiera de las 2 opciones los métodos de fijación de la reducción pueden ser tanto agujas de Kirschner (AK)<sup>(9-11)</sup> como tornillos<sup>(12-15)</sup>. La reducción anatómica de la articulación parece ser el criterio más importante para la obtención de unos buenos resultados funcionales<sup>(3,4,12-14,16)</sup>.

En cuanto a la técnica de fijación, hay una tendencia clara hacia la osteosíntesis con tornillos, siendo muchos los autores que la consideran de elección<sup>(17-19)</sup>, dado que podría evitar la pérdida de la reducción conseguida. No obstante, no hay una evidencia clara que muestre la superioridad de los tornillos sobre las AK. La fijación con tornillos, a no ser que se trate de tornillos canulados, lo cual añadiría poca dificultad y morbilidad a la fijación con agujas, es un procedimiento técnicamente más complejo y la duración de la cirugía y de la estancia hospitalaria es mayor cuando se realiza esta técnica que cuando se realiza una reducción cerrada y fijación percutánea con agujas<sup>(20)</sup>. Esto, junto al precio más elevado de los tornillos respecto a las agujas, contribuye a que

**Conclusion:** closed reduction and percutaneous wire fixation of Lisfranc fracture-dislocation is considered a valid treatment option that offers enough stability without associated complications related to implants. Cases with significant soft tissue injury are the main indication for this technique. The functional results were worse when anatomical reduction or tarsometatarsal alignment were not present. Therefore, this reduction must be the main purpose.

**Key words:** Lisfranc fracture-dislocation. Closed reduction. Percutaneous fixation. Anatomical reduction.

la reducción abierta y osteosíntesis con tornillos sea una técnica más cara. Además, se desconocen hoy por hoy los efectos de la compresión ejercida por los tornillos, así como los efectos de atravesar una articulación con un implante de un diámetro superior al de una aguja sobre la superficie cartilaginosa y sobre la aparición precoz de signos degenerativos de la articulación. Asimismo, tampoco hay muchos estudios que muestren los resultados de la fractura-luxación de Lisfranc tras un largo periodo de seguimiento.

El objetivo del presente estudio es analizar los resultados clínicos y radiológicos de la reducción cerrada y fijación percutánea con AK de la fractura-luxación de Lisfranc tras un seguimiento mínimo de 10 años. Los resultados de esta misma cohorte de pacientes fueron publicados previamente en 2009 tras un seguimiento medio de 3,6 años<sup>(21)</sup>, lo que va a permitir, además, analizar la evolución de estos resultados a largo plazo.

## Material y métodos

Se realizó un estudio retrospectivo observacional de las fracturas-luxaciones de Lisfranc tratadas en nuestro centro entre 1995 y 2009, basándose en la cohorte utilizada para el estudio previamente publicado en 2009<sup>(21)</sup>, que constaba de 20 casos. Este proyecto se llevó a cabo de acuerdo con los principios éticos para las investigaciones médicas en

seres humanos enunciados en la última actualización de 2013 de la Declaración de Helsinki de la Asociación Médica Mundial (AMM), así como de acuerdo con las consideraciones éticas de las bases de datos de salud y los biobancos enunciados en la última revisión de 2016 de la Declaración de Taipéi de la AMM. Fue aprobado por el Comité de Ética de la Investigación de nuestro centro. Se obtuvo consentimiento informado por escrito de todos los pacientes del estudio.

Los criterios de inclusión fueron fracturas-luxaciones de Lisfranc atendidas en nuestro centro entre 1995 y 2009, y tratadas mediante reducción cerrada y fijación percutánea con agujas, con un seguimiento mínimo de 10 años. Se excluyeron los casos con lesiones asociadas a la fractura-luxación de Lisfranc en la extremidad inferior ipsilateral, tanto óseas como de partes blandas, cuya gravedad pudiera condicionar el resultado final, no pudiendo atribuirse este en exclusiva a la lesión de Lisfranc. Fueron excluidos un total de 8 casos, 3 debidos a una pérdida de seguimiento por cambio de domicilio o ausencia de información clínica disponible al final del seguimiento, 2 que fueron tratados de forma ortopédica, 2 que recibieron una reducción abierta y osteosíntesis con tornillos, y uno por asociar fractura-luxación de cadera, fractura de tobillo y lesiones graves de partes blandas sobre la extremidad ipsilateral. Por tanto, 12 fueron los casos finalmente incluidos en el estudio.

Se recogieron datos sociodemográficos basales y se estudiaron las comorbilidades de los pacientes. Para llevar a cabo el diagnóstico de la lesión se realizaron 3 proyecciones radiográficas diferentes: anteroposterior (AP), oblicua a 30° y lateral pura del pie. El diagnóstico se confirmó cuando en la proyección AP la distancia entre las bases de los metatarsianos (MTT) 1.º y 2.º fue superior a 2 mm o el borde medial del 2.º MTT no coincidió con el borde medial de la 2.ª cuña, cuando en la proyección oblicua a 30° el borde medial del 4.º MTT no coincidió con el borde medial del cuboides o cuando en la proyección lateral pura hubo subluxación o luxación dorsal de alguno de los MTT.

Se especificó el mecanismo de producción de la lesión: de alta energía (caída desde altura, accidente de tráfico o caída de peso directamente sobre el pie) o de baja energía (traumatismo o torsión banal) y se utilizó la clasificación de Hardcastle (A, B1, B2, C)<sup>(22)</sup> para definir la lesión.

Todas las intervenciones quirúrgicas se realizaron de urgencia en las primeras 24 horas tras el traumatismo. En todos los casos se posicionó al paciente en decúbito supino con una almohadilla bajo el muslo del lado lesionado y con el manguito de isquemia colocado alrededor del tobillo. Como profilaxis antibiótica se administró una dosis de 2 g de cefazolina intravenosa 30 minutos antes de comenzar la cirugía. Se llevó a cabo la reducción cerrada y se comprobó si la reducción fue correcta mediante fluoroscopia, tras lo cual se procedió al mantenimiento de la reducción mediante la colocación de agujas de 1,8-2 mm.

El número y el orden de las agujas colocadas varió en función del tipo de lesión según la clasificación de Hardcastle. En las lesiones de tipo A y C, se fijó en primer lugar la primera articulación tarsometatarsiana atravesando, mediante una aguja dirigida en sentido medio-lateral y distal-proximal, la base medial del 1.º MTT, la 1.ª cuña y la 2.ª cuña, añadiendo una aguja extra en sentido distal-proximal, longitudinal sobre el eje del primer radio, dirigida desde la base del 1.º MTT a la 1.ª cuña.

En segundo lugar, se fijó la segunda articulación tarsometatarsiana atravesando, mediante otra aguja dirigida en sentido medio-lateral y proximal-distal, la 1.ª cuña y la base del 2.º MTT. A continuación, se utilizó una nueva aguja para fijar la tercera articulación tarsometatarsiana, dirigiéndola en sentido distal-proximal y lateromedial desde la base del 3.º MTT a la 2.ª o 3.ª cuña. Por último, se añadieron 2 agujas más en sentido lateromedial y distal-proximal desde las bases del 4.º y 5.º MTT, respectivamente, hasta el cuboides. En las lesiones de tipo B2 no se fijó la primera articulación tarsometatarsiana, pasando directamente a fijar el resto de las articulaciones tal y como se ha descrito.

Posteriormente, todos los casos se inmovilizaron con una férula posterior de yeso con el pie a 90° de dorsiflexión. Se contabilizó el tiempo de inmovilización y de descarga de la extremidad después de la lesión, así como el tiempo hasta la retirada de las agujas.

Los resultados clínicos se valoraron mediante la escala de mediopié de la American Orthopaedic Foot and Ankle Society (AOFAS)<sup>(2)</sup> sobre un máximo de 100 puntos, tomando como resultados excelentes 90-100 puntos, buenos 80-89, regulares 65-79 y malos menos de 65<sup>(3)</sup>, y mediante una escala visual analógica de satisfacción subjetiva del paciente del 0 al 10, correspondiendo el valor 0 al máximo

grado de insatisfacción y el valor 10 a una satisfacción completa<sup>(21)</sup>. Para los resultados radiológicos se valoraron la reducción anatómica, definiendo esta como una distancia entre las bases del 1.º y 2.º MTT inferior o igual a 2 mm<sup>(15)</sup>, y la alineación tarsometatarsiana<sup>(22)</sup>, considerando que existía una correcta alineación cuando en la radiografía AP del pie el borde medial del segundo MTT coincidía con el borde medial de la segunda cuña, en la radiografía oblicua a 30° el borde medial del cuarto MTT se alineaba con el borde medial del cuboides, y en la lateral no existía subluxación o luxación dorsal de los MTT respecto al mediopié<sup>(1)</sup>.

## Análisis estadístico

Se hallaron medias y desviaciones estándares, así como medianas y rangos intercuartílicos para las variables continuas, y frecuencias y porcentajes para las categóricas.

Se evaluó la evolución de la puntuación de la AOFAS durante el periodo 2009-2019. Para ello, se consideraron tanto los valores basales como los del seguimiento de la AOFAS, en distintos niveles: < 65, 65-79, 80-89 y ≥ 90. Se aplicó el test generalizado de McNemar. Adicionalmente, se valoró el cambio de la presencia o ausencia de la alineación tarsometatarsiana y de la reducción anatómica en los datos del seguimiento respecto a los hallazgos en el inicio del estudio. Para ello, se utilizó el test de McNemar.

Se definió tanto el cambio en los resultados clínicos de los parámetros de la AOFAS y la escala visual analógica de satisfacción subjetiva del paciente, como la diferencia de los hallazgos numéricos en 2009 y los resultados de 2019. Se aplicó el test

no paramétrico de rangos con signo de Wilcoxon para muestras dependientes para evaluar la significación del cambio producido. De manera adicional, se midió el efecto de las características basales sociodemográficas y clínicas de los pacientes con los valores de la AOFAS y de satisfacción subjetiva del paciente en: 1) sus correspondientes valores basales; 2) los valores de 2019; y 3) en el cambio producido. Se aplicó el test no paramétrico de rangos con signo de Wilcoxon para muestras dependientes para medir dicha asociación.

Todos los procedimientos estadísticos fueron desarrollados mediante el paquete estadístico SAS System v9.4. Se asumió la significación estadística cuando  $p < 0,05$ .

## Resultados

La edad media de los pacientes en el momento del traumatismo fue de 36,33 años (rango: 23-65) y

**Tabla 1. Descripción de los datos sociodemográficos y clínicos basales**

<b>Número de pacientes</b>	12	
<b>Edad, media (SD)</b>	36,33 (12,46)	
<b>Edad</b>	≤ 30	5 (41,67)
	> 30	7 (58,33)
<b>Sexo</b>	Hombre	10 (83,33)
	Mujer	2 (16,67)
<b>Lateralidad</b>	Derecha	5 (41,67)
	Izquierda	7 (58,33)
<b>Mecanismo de producción</b>	Caída de altura	4 (33,33)
	Caída de peso	3 (25)
	Accidente de tráfico	4 (33,33)
	Torsión leve	1 (8,33)
<b>Clasificación de Hardcastle</b>	A	4 (33,33)
	B2	6 (50)
	C	2 (16,67)
<b>Lesiones asociadas</b>	Sí	8 (66,67)
	No	4 (33,33)
<b>Semanas de inmovilización, media (rango)</b>	7 (4-12)	
<b>Semanas de descarga, media (rango)</b>	6,17 (4-8)	
<b>Semanas hasta retirada de AK, media (rango)</b>	7 (4-12)	
<b>Años de seguimiento, media (rango)</b>	15,75 (10-24)	

*Los datos están expresados como frecuencias y los números entre paréntesis son porcentajes*

**Tabla 2. Cambios de los resultados clínicos durante el periodo de 10 años**

	2009		2019		2019-2009		p-valor
	Media (DS)	Mediana (P25, P75)	Media (DS)	Mediana (P25, P75)	Media (DS)	Mediana (P25, P75)	
<b>AOFAS</b>	82 (10,34)	86 (74,5, 90)	78,67 (11,11)	83,50 (66,50, 87)	-3,33 (10,46)	-1,5 (-7,5, 3,5)	0,43
<b>EVA</b>	7,75 (1,54)	8 (7, 9)	7,08 (1,321)	7 (6,50, 8)	-0,67 (0,98)	0 (-1, 0)	0,063

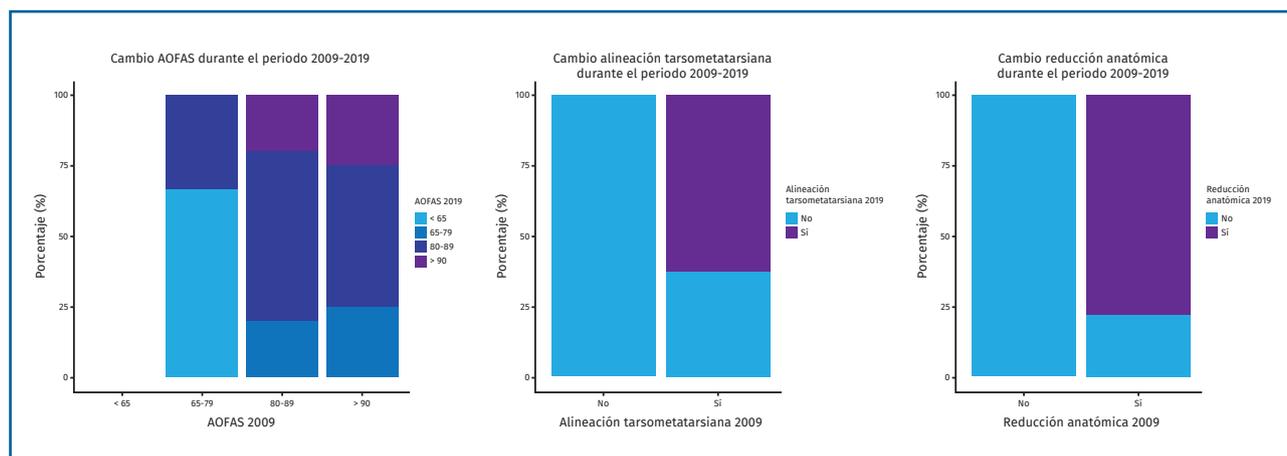
el tiempo medio de seguimiento fue de 15,75 años (rango: 10-24). La **Tabla 1** muestra los datos socio-demográficos y clínicos basales recogidos. Nuestra serie mostró un total de 11 traumatismos de alta energía (4 caídas desde altura, 4 accidentes de tráfico y 3 caídas de peso directamente sobre el pie) y uno de baja energía que se produjo como consecuencia de una torsión banal. Según la clasificación de Hardcastle, 4 casos fueron de tipo A, 6 casos de tipo B2 y 2 casos de tipo C. La media de tiempo de inmovilización con férula de yeso fue de 7 semanas (rango: 4-12), la de tiempo de descarga de la extremidad fue de 6,17 semanas (rango: 4-8) y la de tiempo hasta la retirada de las agujas fue de 7 semanas (rango: 4-12).

La puntuación media de la escala de la AOFAS al final del seguimiento fue de 78,67, con 2 resultados excelentes (90 puntos o más), 6 buenos (80-89), 2 regulares (65-79) y 2 malos (menos de 65). Con respecto a la escala de satisfacción subjetiva del paciente, la puntuación media resultó ser de 7,08 (**Tabla 2**). No se observaron diferencias estadísticamente significativas en los resultados clínicos obtenidos en lo que respecta al sexo, las comorbilidades, la edad, la lateralidad, la presen-

cia o no de lesiones asociadas, el mecanismo de producción ni la clasificación de Hardcastle.

Radiológicamente, se evidenció una reducción anatómica en 7 pacientes (58%). La puntuación media en la escala AOFAS de los casos que presentaron una reducción anatómica fue de 81, con un 85,71% de resultados buenos (4 casos) o excelentes (2 casos). Esta puntuación fue superior a la obtenida en los casos en los que no se evidenció una reducción anatómica, que fue de 71,6, aunque sin observarse diferencias estadísticamente significativas. La puntuación media en la escala de satisfacción subjetiva del paciente fue también algo superior en los casos que presentaron una reducción anatómica (7,22) que en aquellos que no la presentaron (6,67), sin observarse tampoco diferencias estadísticamente significativas.

Se observó una correcta alineación tarsometatarsiana en 5 de los 12 casos. La puntuación media en la escala de la AOFAS de los casos que presentaron alineación tarsometatarsiana (80,25) fue superior a la obtenida en los casos en los que no se evidenció dicha alineación (75,50), sin observarse diferencias estadísticamente significativas. La puntuación media en la escala de satisfacción



**Figura 1.** Cambios en la puntuación de la escala de la American Orthopaedic Foot and Ankle Society (AOFAS) (izquierda), en la alineación tarsometatarsiana (centro) y en la reducción anatómica (derecha) durante el periodo 2009-2019.

subjetiva del paciente de los casos que presentaron una alineación tarsometatarsiana (7,25) fue también superior a la obtenida en los casos que no presentaron dicha alineación (6,75), sin observarse tampoco diferencias estadísticamente significativas.

Tras una media de seguimiento de 15,75 años (rango: 10-24), la artrosis tarsometatarsiana fue la complicación más frecuente, presentándose en la totalidad de los casos. Sin embargo, en todos ellos resultó ser una artrosis bien tolerada que no precisó tratamientos quirúrgicos secundarios de rescate.

Teniendo en cuenta el estudio previo<sup>(21)</sup> podemos aportar datos acerca de la evolución clínica experimentada por los pacientes entre 2009 y 2019. Se observó un empeoramiento medio entre 2009 y 2019 de 3,33 en la puntuación de la AOFAS y de 0,67 puntos en la escala de satisfacción subjetiva del paciente, sin observarse diferencias estadísticamente significativas (**Tabla 2**). Respecto a las diferentes categorías según la puntuación de la AOFAS, de los pacientes que en 2009 presentaron resultados excelentes o buenos, tan solo 2 empeoraron, obteniendo resultados regulares en 2019 (**Figura 1**). En lo que respecta a la valoración

**Tabla 3. Evolución de la escala de la American Orthopaedic Foot and Ankle Society (AOFAS) de acuerdo con las características basales sociodemográficas y clínicas de los pacientes**

	AOFAS 2009			AOFAS 2019			AOFAS 2019-2009		
	Media (DS)	Mediana (P25, P75)	p-valor	Media (DS)	Mediana (P25, P75)	p-valor	Media (DS)	Mediana (P25, P75)	p-valor
<b>Sexo</b>									
Hombre	80,80 (3,4)	86 (67, 90)	0,45	77,10 (3,7)	81 (65, 87)	0,39	-3,70 (11,22)	-1,5 (-8, 3)	0,92
Mujer	88 (5)	88 (83, 93)		86,50 (0,5)	86,50 (86, 87)		-1,50 (7,78)	-1,5 (-7, 4)	
<b>Edad</b>									
≤ 30	73,80 (11,52)	67 (65, 82)	0,049	74,20 (11,28)	80 (62, 82)	0,07	0,40 (8,05)	-3 (-3,3)	0,36
> 30	87,86 (3,39)	87 (85, 90)		81,86 (10,64)	87 (68, 90)		-6 (11,72)	0 (-19,4)	
<b>Lateralidad</b>									
Derecho	83,60 (4,9)	87 (83, 90)	0,62	82,40 (5,1)	87 (86, 87)	0,25	-1,2 (4,09)	0 (-3, 0)	0,81
Izquierdo	80,86 (4)	85 (67, 90)		76 (4,1)	80 (65, 85)		-4,86 (13,52)	-3 (-19, 5)	
<b>Lesiones asociadas</b>									
Sí	80,50 (9,89)	84 (73,5, 87)	0,14	78,88 (12,56)	86 (65, 88,50)	1	-1,63 (7,63)	0 (-3, 3,50)	0,77
No	85 (12,08)	90 (78,50, 91,50)		78,25 (9,18)	81 (72,5, 84)		-6,75 (15,54)	-7,5 (-16,50, 3)	
<b>Mecanismo de producción</b>									
Caída de altura	71,75 (6,1)	66 (65, 78,5)	0,15	67,25 (4,3)	63,50 (62, 72,50)	0,08	-4,5 (15,61)	-3 (-14, 5)	0,48
Caída de peso	84,67 (1,5)	85 (82, 87)		87,33 (1,5)	87 (85, 90)		2,67 (2,52)	3 (0, 5)	
Accidente de tráfico	87,50 (1,7)	88,50 (86, 90)		81,75 (4,9)	84,50 (75, 88,50)		-5,75 (10,14)	-4 (-13,5, 2)	
Torsión leve	93 (0)	93 (93, 93)		86 (0)	86 (86, 86)		-7 (0)	-7 (-7, -7)	
<b>Clasificación de Hardcastle</b>									
A	88 (1,2)	88,50 (86, 90)	0,28	81 (5,6)	84,50 (73,50, 88,50)	0,79	-7 (13,14)	-4 (-25, 2,5)	0,23
B2	80,50 (5,1)	85 (65, 90)		75,86 (5,4)	77 (62, 87)		-4,67 (7,92)	-3 (-7, 0)	
C	74,50 (7,5)	74,50 (67, 82)		82,50 (2,5)	82,50 (80, 85)		8 (7,07)	8 (3, 13)	
<b>Reducción anatómica</b>									
Sí	83,33 (10,28)	87 (83, 90)	0,29	81 (10,48)	86 (80, 87)	0,25	-2,33 (10,65)	0 (-7, 4)	0,65
No	78 (11,53)	82 (65, 87)		71,67 (11,93)	68 (62, 85)		-6,33 (11,37)	-3 (-19, 3)	
<b>Alineación tarsometatarsiana</b>									
Sí	82,88 (10,89)	87,5 (75, 90)	0,41	80,25 (10,94)	84 (72,5, 88,5)	0,56	-2,63 (11,35)	-1,5 (-7,5, 4,5)	0,80
No	80,25 (10,43)	84,5 (73,5, 87)		75,50 (12,40)	76,5 (65, 86)		-4,75 (9,81)	-1,5 (-11, 1,5)	

radiológica, 2 pacientes sufrieron una pérdida de reducción anatómica y 3 pacientes una pérdida de alineación tarsometatarsiana durante el periodo 2009-2019. Ninguna de estas diferencias resultó ser estadísticamente significativa (Figura 1).

En las Tablas 3 y 4 se puede observar la evolución experimentada por las puntuaciones en la escala de la AOFAS y en la escala de satisfacción subjetiva del paciente durante el periodo 2009-2019.

La puntuación de la AOFAS fue menor en los pacientes menores de 30 años que en los mayores de 30, siendo esta diferencia estadísticamente significativa en los resultados obtenidos en 2009

( $p = 0,049$ ) (Tabla 3). El sexo, las comorbilidades, la lateralidad, el mecanismo de producción, la clasificación Hasdcastle o la presencia de lesiones asociadas no influyeron de forma estadísticamente significativa en el cambio experimentado en la puntuación de la AOFAS y en la escala de satisfacción subjetiva del paciente entre 2009 y 2019.

### Discusión

La fractura-luxación de Lisfranc es una lesión poco frecuente pero que puede conllevar graves

**Tabla 4. Evolución de la satisfacción subjetiva del paciente de acuerdo con las características basales sociodemográficas y clínicas de los pacientes**

	AOFAS 2009			AOFAS 2019			AOFAS 2019-2009		
	Media (DS)	Mediana (P25, P75)	p-valor	Media (DS)	Mediana (P25, P75)	p-valor	Media (DS)	Mediana (P25, P75)	p-valor
<b>Sexo</b>									
Hombre	7,80 (1,69)	8 (7, 9)	0,59	7,20 (1,39)	7 (7, 8)	0,45	-0,6 (1,07)	0 (-1, 0)	0,30
Mujer	7,5 (0,71)	7,5 (7, 8)		6,5 (0,71)	6,5 (6, 7)		-1 (0)	-1 (-1, -1)	
<b>Edad</b>									
≤ 30	6,80 (1,79)	7 (5, 8)	0,13	6,40 (1,34)	7 (5,7)	0,20	-0,40 (0,89)	0 (0, 0)	0,36
> 30	8,43 (0,98)	8 (8, 9)		7,57 (1,13)	7 (7,9)		-0,86 (1,07)	-1 (-1, 0)	
<b>Lateralidad</b>									
Derecho	7,4 (1,52)	8 (7, 8)	0,52	6,8 (1,48)	7 (6, 7)	0,51	-0,6 (0,55)	-1 (-1, 0)	0,72
Izquierdo	8 (1,63)	8 (7, 9)		7,29 (1,25)	7 (7, 8)		-0,71 (1,25)	0 (-2, 0)	
<b>Lesiones asociadas</b>									
Sí	7,63 (1,77)	8 (6,50, 8,50)	0,93	7 (1,41)	7 (6, 8)	1	-0,63 (1,06)	0 (-1, 0)	0,77
No	8 (1,15)	8 (7,9)		7,25 (1,26)	7 (6,50, 8)		-0,75 (0,96)	-0,50 (-1,50, 0)	
<b>Mecanismo de producción</b>									
Caída de altura	6,5 (1,91)	6 (5, 8)	0,12	6,5 (1,91)	6 (5, 8)	0,43	0 (0)	0 (0,0)	0,13
Caída de peso	8 (0)	8 (8, 8)		7,67 (0,58)	8 (7, 8)		-0,33 (0,58)	0 (-1, 0)	
Accidente de tráfico	9 (0,81)	9 (8,5, 9,5)		7,5 (1)	7 (7, 8)		-1,5 (1,29)	-1,5 (-2,5, -0,5)	
Torsión leve	7 (0)	7 (7, 7)		6 (0)	6 (6, 6)		-1 (0)	-1 (-1, -1)	
<b>Clasificación de Hardcastle</b>									
A	8,5 (0,58)	8,5 (8, 9)	0,45	7,75 (0,96)	7,5 (7, 8,5)	0,28	-0,75 (0,96)	-0,5 (-1,5, 0)	0,48
B2	7,33 (2,07)	7,5 (5, 9)		6,5 (1,529)	6,5 (5, 7)		-0,83 (1,17)	-0,5 (-1, 0)	
C	7,5 (0,71)	7,5 (7, 8)		7,5 (0,71)	7,5 (7, 8)		0 (0)	0 (0, 0)	
<b>Reducción anatómica</b>									
Sí	7,78 (1,30)	8 (7, 9)	1	7,22 (1,31)	7 (7, 8)	0,71	-0,56 (0,73)	0 (-1, 0)	1
No	7,67 (2,52)	8 (5, 10)		6,67 (1,539)	7 (5, 8)		-1 (1,73)	0 (-3, 0)	
<b>Alineación tarsometatarsiana</b>									
Sí	7,75 (1,39)	8 (7, 9)	1	7,25 (1,39)	7 (6,5, 8,5)	0,67	-0,5 (0,76)	0 (-1, 0)	0,64
No	7,75 (2,06)	8 (6,5, 9)		6,75 (1,26)	7 (6, 7,5)		-1 (1,41)	-0,5 (-2, 0)	

secuelas funcionales. Es imprescindible realizar un correcto diagnóstico para que en ningún caso pase desapercibida. Para ello, es primordial tener una alta sospecha ante traumatismos del pie que pueden ser tanto de alta como de baja energía. Al igual que ocurre en otros artículos publicados<sup>(9,13,20)</sup>, el mecanismo lesional más frecuentemente observado fue el traumatismo de alta energía. Sin embargo, no se observó relación entre los resultados clínicos funcionales y el mecanismo de producción.

La edad parece ser un factor pronóstico a tener en cuenta. Tal y como ya se describe en estudios anteriores<sup>(3)</sup>, en el presente estudio los pacientes mayores reflejaron mejores resultados, probablemente debido a su menor demanda funcional.

Tras una revisión de la literatura disponible, la reducción anatómica de la articulación de Lisfranc se relaciona con unos mejores resultados funcionales<sup>(3,4,12-14,16)</sup>. En el presente estudio, a pesar de no observarse diferencias estadísticamente significativas, la puntuación obtenida tanto en la escala de la AOFAS como en la de satisfacción subjetiva del paciente fue superior en el grupo de pacientes en los que se evidenció una reducción anatómica.

En la actualidad, hay tendencia hacia una reducción abierta<sup>(11-13)</sup>, sobre todo en lesiones de alta energía y muy inestables<sup>(23)</sup>, ya que la reducción podría ser más precisa, al visualizarse fragmentos óseos o partes blandas que puedan estar interpuestos en la articulación<sup>(6)</sup>. No obstante, se trata de lesiones en las que las partes blandas pueden verse muy comprometidas, lo que convierte una reducción abierta en todo un reto para el cirujano, aumentando con creces el riesgo de complicaciones de la herida quirúrgica<sup>(11)</sup>. Hay artículos publicados en los que no se observaron diferencias en los resultados funcionales en función de si se realiza una reducción abierta o cerrada<sup>(20,24)</sup>. Por tanto, conseguir una buena reducción es primordial, recomendándose reducción abierta solo en caso de no conseguirse en cerrado<sup>(6,25-28)</sup>.

Una vez conseguida la reducción, la elección del mejor método de fijación de dicha reducción resulta controvertida. En lo que respecta a las lesiones de Lisfranc puramente ligamentosas, parece haber consenso en que el tratamiento que mejores resultados ofrece es la artrodesis parcial primaria, debido al bajo potencial de curación de la interfaz hueso-ligamento<sup>(4,16,29)</sup>. En lo relativo a la fractura-luxación de Lisfranc, sin embargo, la

amplia heterogeneidad de las lesiones y de los parámetros tenidos en cuenta para la medición de los resultados, así como los tiempos de seguimiento limitados que presentan incluso los estudios más robustos publicados relativos a dicha lesión, no permiten establecer recomendaciones claras para decidir tratar dichas lesiones mediante artrodesis parcial primaria u osteosíntesis<sup>(30)</sup>.

Centrándonos en la osteosíntesis, existe hoy una amplia variedad de técnicas que abarcan desde la utilización de AK y de tornillos transarticulares, canulados o no, hasta el uso de placas puente e incluso la combinación de estas últimas con el uso de tornillos. Determinar qué técnica resulta la más adecuada para el tratamiento de la fractura-luxación de Lisfranc merece ser objeto de más estudios y/o revisiones sistemáticas que incluyan estudios de calidad, con muestras más amplias y representativas, parámetros de medición de resultados más unificados y con tiempos de seguimiento más prolongados. Algunas publicaciones muestran una proporción de fracasos discretamente mayor tras la fijación con AK<sup>(4,31,32)</sup>, pero no hay una evidencia clara que muestre la superioridad de ninguno de los métodos de tratamiento.

A pesar de que muchos autores defienden la fijación con tornillos como el tratamiento de elección de estas lesiones<sup>(12-15)</sup>, se ha de tener en cuenta que el presente estudio se inició en 2009, momento en el cual el uso de tornillos para el manejo de estas lesiones no estaba tan ampliamente estudiado y extendido. Aun así, en la actualidad aún se desconoce el efecto real que la compresión ejercida por los tornillos provoca sobre las superficies articulares. De hecho, Arntz y Veith<sup>(12)</sup> concluyeron que los tornillos ofrecían una fijación excesivamente rígida y Kuo *et al.*<sup>(16)</sup> mencionaron el riesgo de cambios degenerativos por la compresión ejercida por los tornillos en la articulación. Rammelt *et al.* no encontraron diferencias en los resultados entre pacientes tratados con AK y pacientes tratados con tornillos<sup>(10)</sup>. En otro estudio retrospectivo de Sánchez-Gómez en el que compararon la fijación con tornillos frente a la fijación con AK<sup>(3)</sup>, la puntuación de la AOFAS obtenida al final del seguimiento en el grupo tratado con tornillos y en el grupo tratado con AK fue de 91,4 y 80,9, respectivamente, superando por muy poco la diferencia que Ponkilainen propone como clínicamente relevante<sup>(33)</sup>. Por otro lado, García-Renedo *et al.*<sup>(20)</sup> solo evidenciaron un

caso de pérdida de reducción con la fijación con AK, que cursó de forma asintomática.

En nuestra serie se observaron 2 pérdidas de reducción que tampoco conllevaron peores resultados funcionales. No podría descartarse que las pérdidas de reducción objetivadas, así como las pérdidas de alineación tarsometatarsiana evidenciadas durante el periodo 2009-2019, se deban a la fijación con AK y a su posterior extracción, lo cual plantearía dudas acerca de si las AK suponen un método de fijación lo suficientemente estable. Una fijación con tornillos o placas, considerada como más estable y duradera, podría haber descendido el porcentaje de pérdidas de reducción observado. No obstante, teniendo en cuenta el largo periodo transcurrido y la escasa repercusión sobre los resultados funcionales, tampoco podría descartarse que las mencionadas pérdidas de reducción se deban a las propias diferencias interobservador a la hora de realizar las mediciones o a la aparición de osteofitos y otros cambios degenerativos en la articulación que conllevan su deformación, más que a una falta de estabilidad y fijación conseguida con las AK.

Además, la fijación percutánea con agujas ofrece ciertas ventajas, como el respeto por las partes blandas, tan a menudo comprometidas por este tipo de lesiones, la facilidad de extracción del implante en el momento en el que se considere oportuno sin necesidad de cirugías adicionales que sí se han visto necesarias tras el tratamiento de la fractura-luxación de Lisfranc con placas puente y/o tornillos<sup>(30,34)</sup>, y una menor agresión al cartilago articular, al tratarse de un implante de diámetro inferior al de un tornillo, lo que conlleva un menor grado de artrosis postraumática y una menor incidencia del síndrome de dolor regional complejo<sup>(17,22)</sup>.

García-Renedo *et al.*<sup>(20)</sup> y Marín-Peña *et al.*<sup>(24)</sup> llevaron a cabo sendos estudios en los que valoraron los resultados de fracturas-luxaciones de Lisfranc tras un periodo medio de seguimiento de 8,5 y 14 años, respectivamente. En ambos estudios se llevaron a cabo 3 métodos de tratamiento diferentes, el tratamiento ortopédico, la reducción cerrada y fijación con AK y la reducción abierta y fijación con AK, y en ninguno de ellos se evidenciaron diferencias estadísticamente significativas en los resultados funcionales en función del método de tratamiento realizado.

García-Renedo *et al.*<sup>(20)</sup> analizaron un total de 83 pacientes que obtuvieron una puntuación media en la escala de la AOFAS de 69,1 puntos al final

del seguimiento. Marín-Peña *et al.*<sup>(24)</sup> analizaron un total de 32 pacientes que obtuvieron una puntuación media en la escala de la AOFAS de 91,7 puntos al final del seguimiento. Sin embargo, ninguno de los 2 estudios especificó la puntuación de la AOFAS de cada grupo de tratamiento. Tan solo Marín-Peña *et al.*<sup>(24)</sup> destacaron la proporción de resultados excelentes, buenos, regulares y pobres según la escala Painful Foot Score (PFS) en cada uno de los tres grupos de tratamiento, destacando, dentro del grupo de reducción cerrada y fijación percutánea con AK, un 58,82% de resultados excelentes, un 23,53% de buenos resultados, un 5,88% de resultados regulares y un 11,77% de malos resultados. Ambos estudios mencionados concluyeron que la fijación con agujas puede resultar satisfactoria, ya que aporta suficiente rigidez y estabilidad a la articulación de Lisfranc.

La presente serie de casos mostró al final del seguimiento un 16,67% de resultados excelentes, un 50% de buenos resultados, un 16,67% de resultados regulares y un 16,66% de malos resultados.

Incluso con una reducción anatómica y un método de fijación considerado como estable, el tratamiento de la fractura-luxación de Lisfranc no ofrece siempre unos resultados excelentes. En un ensayo clínico de Coetzee *et al.* en el que compararon la reducción abierta y fijación interna con tornillos frente a la artrodesis primaria<sup>(4)</sup>, la puntuación de la AOFAS al final del seguimiento del grupo que recibió reducción abierta y fijación interna con tornillos fue de 65,2. En la presente revisión la puntuación media en la escala de la AOFAS al final del seguimiento fue de 78,67.

La incidencia publicada de la artrosis tarsometatarsiana como complicación de estas lesiones varía desde un 40 a un 94%<sup>(16)</sup>. Según el artículo publicado por Marín-Peña *et al.*<sup>(24)</sup>, no encontraron asociación entre el grado de artrosis y los resultados funcionales, y defendieron que la evaluación de los resultados a largo plazo de la fractura-luxación de Lisfranc debía basarse en parámetros funcionales y no en cambios radiológicos. En nuestra revisión, la totalidad de los casos mostró signos radiológicos sugestivos de artrosis (pinzamiento articular, osteofitos, erosiones subcondrales, geodas, etc.), pero fue bien tolerada en todos ellos y no precisó tratamientos quirúrgicos secundarios de rescate.

Este estudio presenta varias limitaciones. Se trata de un estudio retrospectivo observacional

sin grupo control y en el que el reducido tamaño muestral ha podido contribuir a la ausencia de significación estadística en muchos de los resultados mencionados. Otro factor a tener en cuenta es la variabilidad del cirujano, por lo que, a pesar de disponer de una técnica quirúrgica unificada, los pacientes no están siempre sujetos a un mismo protocolo postoperatorio.

La principal fortaleza del presente estudio es el largo tiempo de seguimiento de los pacientes incluidos en él, un seguimiento medio de más de 15 años que lo convierte en uno de los pocos estudios disponibles en la literatura que analiza los resultados a largo plazo de la fractura-luxación de Lisfranc.

## Conclusión

Se considera la reducción cerrada y la fijación percutánea con agujas de la fractura-luxación de Lisfranc una opción de tratamiento válida para este tipo de lesiones que proporciona una estabilidad suficiente y sin complicaciones asociadas a los implantes, teniendo su principal indicación en aquellos casos en los que el estado de las partes blandas se encuentre muy comprometido.

Los resultados funcionales tienden a empeorar con el paso de los años, siendo este más marcado en los casos en los que la reducción anatómica o la alineación tarsometatarsiana no estuvieron presentes, por lo que se considera que dicha reducción debe ser el objetivo principal del tratamiento quirúrgico de estas lesiones, independientemente del método de fijación.

Son necesarios, sin embargo, más estudios prospectivos, controlados y aleatorizados que defiendan la reducción cerrada y fijación con agujas como un método seguro y estable, y estudios adicionales que permitan demostrar la verdadera efectividad e idoneidad de la reducción abierta y fijación interna con tornillos, tan ampliamente defendida a lo largo de los años, en comparación con otros métodos de reducción y fijación.

## Financiación

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

## Responsabilidades éticas

**Protección de personas y animales.** Los autores declaran que para esta investigación no se han realizado experimentos en seres humanos ni en animales.

**Confidencialidad de los datos.** Los autores declaran que han seguido los protocolos de su centro de trabajo sobre la publicación de datos de pacientes.

**Derecho a la privacidad y consentimiento informado.** Los autores declaran que en este artículo no aparecen datos de pacientes.

**Financiación.** Los autores declaran que este trabajo no ha sido financiado.

**Conflicto de intereses.** Los autores declaran no tener ningún conflicto de interés, salvo el Dr. Moreta, quien sirve como asesor de MBA Surgical Empowerment, JRI Orthopaedics y Ethicon (Johnson and Johnson).

## Bibliografía

1. Moracia-Ochagavía I, Rodríguez-Merchán EC. Lisfranc fracture-dislocations: Current management. *EFORT Open Rev.* 2019;4(7):430-44.
2. Kitaoka HB, Alexander IJ, Adelaar RS, Nunley JA, Myerson MS, Sanders M. Clinical Rating Systems for the Ankle-Hindfoot, Midfoot, Hallux, and Lesser Toes. *Foot Ankle Int.* 1994;15(7):349-53.
3. Sánchez-Gómez P, Lajara-Marco F, Salinas-Gilbert JE, Lozano-Requena JA. Fractura-luxación de Lisfranc. Osteosíntesis con tornillos frente a agujas de Kirschner. *Rev Esp Cir Ortop Traumatol.* 2008 Jun;52(3):130-6.
4. Ly TV, Coetzee JC. Treatment of primarily ligamentous Lisfranc joint injuries: primary arthrodesis compared with open reduction and internal fixation a prospective, randomized study. *J Bone Joint Surg Am.* 2006 Mar;88(3):514-20.
5. Mulier T, de Haan J, Vriesendorp P, Reynders P. The treatment of Lisfranc injuries: review of current literature. *Eur J Trauma Emerg Surg.* 2010;36(3):206-16.
6. Watson TS, Shurnas PS. Treatment of Lisfranc Joint Injury. *J Am Acad Orthop Surg.* 2010;18(12):718-28.
7. Buchanan M, Berlet G, Lee T, Philbin T. Primary Lisfranc Joint Fusion Posttrauma. *Tech Foot Ankle Surg.* 2004;3(4):216-20.
8. Cardoso Z, Galeote R, García C, Molina M, Marco F, López-Durán L. Análisis retrospectivo de tratamiento

- quirúrgico de la fractura-luxación de la articulación de Lisfranc. *Rev Pie Tobillo*. 1999;13(2):15-20.
9. Ribera Zabalbeascoa J, Baquero Garcés F, Santos Rodas A, Montilla Jiménez F, Fernández Centeno M, Carranza Bencano A. Fractura-luxación de Lisfranc. *Rev Ortop Traumatol*. 2001;45(1):23-9.
  10. Rammelt S, Schneiders W, Schikore H, Holch M, Heineck J, Zwipp H. Primary open reduction and fixation compared with delayed corrective arthrodesis in the treatment of tarsometatarsal (Lisfranc) fracture dislocation. *J Bone Joint Surg Br*. 2008 Nov;90(11):1499-506.
  11. Korres DS, Psicharis IP, Gandaifis N, Papadopoulos EC, Zoubos AB, Nikolopoulos K. Outcome after anatomic reduction and transfixation with Kirschner wires of Lisfranc joint injuries. *Eur J Orthop Surg Traumatol*. 2003 Jun;13(2):85-90.
  12. Arntz C, Veith SHR. Fractures and fracture-dislocations of the tarsometatarsal joint. *J Bone Joint Surg Am*. 1988;70(2):173-81.
  13. Curtis MJ, Myerson M, Szura B. Tarsometatarsal joint injuries in the athlete. *Am J Sports Med*. 1993;21(4):497-502.
  14. Komenda GA, Myerson MS, Biddinger KR. Results of arthrodesis of the tarsometatarsal joints after traumatic injury. *J Bone Joint Surg Am*. 1996 Nov;78(11):1665-76.
  15. Myerson M. The diagnosis and treatment of injuries to the Lisfranc joint complex. *Orthop Clin North Am*. 1989;20(4):655-64.
  16. Kuo RS, Tejwani NC, Digiovanni CW, Holt SK, Benirschke SK, Hansen J, et al. Outcome after open reduction and internal fixation of Lisfranc joint injuries. *J Bone Joint Surg Am*. 2000;82(11):1609-18.
  17. Myerson R, Fisher R, Burgess A. Fracture-dislocation of the tarsometatarsal joints: end results correlated with pathology and treatment. *Foot Ankle*. 1986;(6):225-42.
  18. Vuori J, Aro H. Lisfranc joint injuries: trauma mechanisms and associated injuries. *J Trauma*. 1993;(35):40-5.
  19. Licht N, Trevino S. Lisfranc injuries. *Tech Orthop*. 1991;(6):77-83.
  20. García-Renedo R, Carranza-Bencano A, Busta-Vallina B, Ortiz-Segura J, Plaza-García S, Gómez-del Álamo G. Long-term results of the treatment of Lisfranc fracture dislocation. *Acta Ortop Mex*. 2012;26(4):235-44.
  21. Uriarte I, Sáez de Ugarte O, Cruchaga A, Gutiérrez I, García I, Martínez JL. Fractura-luxación de Lisfranc. *Gac Med Bilbao*. 2010;107(2):59-63.
  22. Hardcastle PH, Reschauer R, Kutscha-Lissberg E, Schoffmann W. Injuries to the tarsometatarsal joint. Incidence, classification and treatment. *J Bone Joint Surg Br*. 1982;64(3):349-56.
  23. Robertson GAJ, Ang KK, Maffulli N, Keenan G, Wood AMD. Return to sport following Lisfranc injuries: A systematic review and meta-analysis. *Foot Ankle Surg*. 2019 Oct 1;25(5):654-64.
  24. Marín-Peña OR, Recio FV, Gómez TS, Garijo RL. Fourteen years follow up after Lisfranc fracture-dislocation: functional and radiological results. *Injury*. 2012;43(Suppl. 2):79-82.
  25. Lynch JR, Cooperstein LA, DiGioia AM. Plantar medial subluxation of the medial cuneiform: case report of an uncommon variant of the Lisfranc injury. *Foot Ankle Int*. 1995;16(5):299-301.
  26. Ashworth MJ, Davies MB, Williamson DM. Irreducible Lisfranc's injury: The "toe up" sign. *Injury*. 1997 May;28(4):321-2.
  27. Leenen LPH, Van Der Werken C. Fracture-dislocations of the tarsometatarsal joint, a combined anatomical and computed tomographic study. *Injury*. 1992;23(1):51-5.
  28. Leibner ED, Mattan Y, Shaoul J, Nyska M. Floating metatarsal: concomitant Lisfranc fracture-dislocation and complex dislocation of the first metatarsophalangeal joint. *J Trauma*. 1997;42(3):549-52.
  29. Albright RH, Haller S, Klein E, Baker JR, Weil L, Weil LS, et al. Cost-Effectiveness Analysis of Primary Arthrodesis Versus Open Reduction Internal Fixation for Primarily Ligamentous Lisfranc Injuries. *J Foot Ankle Surg*. 2018 Mar 1;57(2):325-31.
  30. Alcelik I, Fenton C, Hannant G, Abdelrahim M, Jowett C, Budgen A, et al. A systematic review and meta-analysis of the treatment of acute Lisfranc injuries: open reduction and internal fixation versus primary arthrodesis. *Foot Ankle Surg*. 2020 Apr 1;26(3):299-307.
  31. Richter M, Thermann H, Huefner T, Schmidt U, Kretter C. Aetiology, treatment and outcome in Lisfranc joint dislocations and fracture dislocations. *Foot Ankle Surg*. 2002;8(1):21-32.
  32. Lin SS, Bono CM, Treuting R, Shereff MJ. Limited intertarsal arthrodesis using bone grafting and pin fixation. *Foot Ankle Int*. 2000;21(9):742-8.
  33. Ponkilainen VT, Mattila VM, Laine HJ, Paakkala A, Mäenpää HM, Haapasalo HH. Nonoperative, open reduction and internal fixation or primary arthrodesis in the treatment of Lisfranc injuries: a prospective, randomized, multicenter trial - Study protocol. *BMC Musculoskelet Disord*. 2018;19(1):4-11.
  34. Han PF, Zhang ZL, Chen CL, Han YC, Wei XC, Li PC. Comparison of primary arthrodesis versus open reduction with internal fixation for Lisfranc injuries: Systematic review and meta-analysis. *J Postgrad Med*. 2019 Apr 1;65(2):93-100.