

**NORMALIZACIÓN DE MEDIDAS TOMOGRÁFICAS DE LA
ARTICULACIÓN DE LISFRANC EN TAC PATOLÓGICO**

Keli Savieth Silva Quiñonez

Residente Ortopedia Y Traumatología

Manuel Enrique Vivas Córdoba

Residente Ortopedia Y Traumatología

Universidad El Bosque

Posgrado Ortopedia y Traumatología

Grupo de Investigación en Ciencias Básicas y Clínicas del Sistema Músculo Esquelético.

Fundación CIMB

Universidad El Bosque

Posgrado Ortopedia y Traumatología

Grupo de Investigación en Ciencias Básicas y Clínicas del Sistema Músculo

Esquelético.

Fundación CIMB

Tipo de Investigación: Posgrado

Investigador Principal

Keli Savieth Silva Quiñónez

Manuel Enrique Vivas Córdoba

Asesor Temático

Juan Manuel Herrera Arbeláez

Asesor Metodológico y Estadístico

Linda Margarita Ibata

Bogotá D.C. - Colombia

Mayo 2021

Carta de Aprobación



**Acta de calificación y aprobación
de trabajo de grado**

Los suscritos Directores de la División de Postgrados y el Programa académico, con base en los criterios científicos, metodológicos y éticos que se han establecido para tal efecto y después de haber oído el concepto de los respectivos evaluadores asignados para calificar el trabajo de grado:

**“NORMALIZACIÓN DE MEDIDAS TOMOGRÁFICAS DE LA
ARTICULACIÓN DE LISFRANC EN TAC PATOLÓGICO.”**

Presentado como requisito parcial por el estudiante:

**Keli Savieth Silva Quíñonez
Manuel Enrique Vivas Córdoba**

Para optar al título de:

Especialista en Ortopedia y Traumatología.

Deciden asignar la calificación final de:

APROBADA

Firmado en Bogotá, D.C. el 30 de julio de 2021

**Juan Carlos Sánchez P.
Director
División de Postgrados**

**Juan Carlos López T.
Director De Programa**

**Linda Margarita Ibata Bernal.
Directora Trabajo de Grado**

“La Universidad El Bosque, 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”

Agradecimientos

Al Dr. Juan Manuel Herrera, por sembrar en nosotros el gusto por la generación de conocimiento y el trabajo en equipo para lograrlo, a la Dra. Linda Ibata por ser la guía durante el proceso, a Martha Buitrago y Oscar Peniche por contribuir activamente en el desarrollo de este proyecto y a nuestras familias que son nuestra motivación y apoyo para la consecución de este gran logro a nivel profesional.

1. Tabla Contenido

1. Tabla Contenido	8
2. Lista de Ilustraciones	10
3. Lista de Tablas	11
4. Resumen	12
5. Abstract	13
6. Introducción	14
7. Marco Teórico	16
Epidemiología e incidencia	17
Anatomía	18
Mecanismo de Trauma:	21
Diagnóstico:	23
Presentación clínica:	23
Estudio imagenológico:	25
Tratamiento	27
8. Objetivos	34
Objetivo General	34
Objetivos específicos	34
9. Propósito	35
10. Aspectos metodológicos	36
Tipo de Estudio:	36
Población y Muestra:	36
Métodos y técnicas para la recolección de la información:	36
Criterios de inclusión:	37
Criterios de exclusión:	37
Técnicas de recolección de la información:	37
Variables	37

Materiales Y Métodos	40
11. Consideraciones Éticas	48
12. Cronograma de actividades	49
13. BIBLIOGRAFÍA.	50

1. Lista de Ilustraciones

<u>Ilustración 1.</u>	17
<u>Ilustración 2</u>	36
<u>Ilustración 3.</u>	37
<u>Ilustración 4.</u>	38
<u>Ilustración 5.</u>	38
<u>Ilustración 6</u>	39
<u>Ilustración 7.</u>	39
<u>Ilustración 8.</u>	40
<u>Ilustración 9.</u>	41
<u>Ilustración 10.</u>	41

2. Lista de Tablas

Tabla 1	34
Tabla 2.	42

3. Resumen

El complejo ligamentario tarso metatarsiano y sus patologías son poco comunes, incluida la articulación de Lisfranc, por lo cual cobra importancia el diagnóstico correcto basado en la clínica y las imágenes.

Durante 15 años se realizó una cohorte longitudinal donde los resultados demostraron que la patología e inestabilidad de la articulación de Lisfranc se presentaba en 3 planos diferentes por lo cual la radiografía no era el método indicado para medir dicha inestabilidad, por lo que se planteó la realización de TAC como parte del planeamiento preoperatorio, de donde se planteó el primer trabajo de investigación que dio como resultado 9 medidas objetivas validadas, que presentan aplicabilidad clínica.

En este trabajo se busca determinar la aplicabilidad de medidas normalizadas en tomografías patológicas (luxofractura) en la articulación de Lisfranc en tres planos ortogonales con el fin de escoger las medidas que varíen significativamente en la patología.

Por la correlación intra e interobservador y homocedasticidad, lo que haría reproducible el sistema de mediciones propuesto.

Palabras Clave: Tomografía computarizada por rayos x, articulación de Lisfranc, lesiones del pie, usos clínicos, medición de imágenes, protocolos clínicos.

4. Abstract

The tarso metatarsal ligament complex and its pathologies are rare, including the Lisfranc joint, therefore, the correct diagnosis based on the clinic and images is important.

For 15 years, a longitudinal cohort was carried out where the results showed that the pathology and instability of the Lisfranc joint appeared in 3 different planes, for which the radiography was not the indicated method to measure said instability, and therefore it was suggested that the CT scan as part of the preoperative planning would be given. Hence, the first research work was proposed, which resulted in 9 validated objective measures, which have clinical applicability.

This work seeks to determine the applicability of standardized measurements in pathological tomography (lux fracture) in the Lisfranc joint in three orthogonal planes in order to choose the measurements that vary significantly in the pathology.

Due to the intra and interobserver correlation and homoscedasticity, which would make the proposed measurement system reproducible.

Key Words: X-ray computed tomography, Lisfranc joint, foot injuries, clinical uses, image measurement, clinical protocols.

Introducción

Las lesiones de la articulación de lisfranc son poco comunes, al tratarse de un complejo ligamentario tarso metatarsiano, por lo cual cobra importancia el diagnóstico acertado clínico e imagenológico.

Se describe en honor a Jacques Lisfranc, médico de Napoleón Bonaparte quien describe la lesión.

En trabajo realizado por el grupo de investigación en una cohorte longitudinal de 15 años de pacientes con Luxofractura de Lisfranc donde los resultados arrojados demostraron que la inestabilidad de la articulación de Lisfranc se daba en 3 planos ortogonales por lo que no era posible su evaluación en radiografías. Por lo que se planteó el segundo trabajo de donde derivó la forma de medir objetivamente dicha articulación, con la Tomografía Axial Computarizada que ofrece una adecuada evaluación en los 3 planos ortogonales. No existían registros en la literatura de un sistema de medidas para la articulación de Lisfranc tanto normal como para las lesiones secundarias a trauma.

Es por esto que, dentro de la línea de investigación de pie y tobillo de la Fundación Salud Bosque, se normalizo previamente las medidas tomográficas en TAC sanos de la articulación de Lisfranc, usando una serie de tomografías aportadas por el investigador principal de su archivo personal y se definió cuales tienen aplicabilidad clínica, de donde surge el presente estudio que plantea evaluar las medidas en la articulación de Lisfranc en pacientes con

Normalización de medidas tomográficas de la articulación de Lisfranc en TAC patológico

Keli S. Silva

Manuel E. Vivas

patología en la articulación tarso metatarsiana, con el fin de determinar qué medidas son aplicables y reproducibles.

5. Marco Teórico

El término luxofractura de Lisfranc abarca un amplio espectro de lesiones con gravedad variable, desde esguinces de ligamentos hasta patrones de fracturas conminutas de alta energía, esta lesión compromete principalmente la base de los metatarsianos y sus articulaciones con las cuñas, en este caso la lesión del ligamento de Lisfranc el cual se encuentra localizado entre la cuña medial y el segundo metatarsiano. Pueden ser causadas por un traumatismo directo o indirecto. Los dos mecanismos más comunes de traumatismo directo son las caídas de altura y los accidentes de tráfico. En lo que respecta al traumatismo directo, se trata de un aplastamiento directo o un impacto significativo en la parte media del pie que provoca fracturas y luxación de las articulaciones tarsometatarsianas. Dentro del grupo indirecto, la lesión puede ocurrir por la flexión plantar de los metatarsianos asociada con un esfuerzo rotacional, dentro del grupo indirecto, las lesiones por abducción en las que el antepié se aduce súbitamente en relación con un retropié fijo pueden provocar también una lesión de Lisfranc. Este tipo de lesión se produce en los jinetes durante una caída del caballo cuando el pie permanece en el estribo. Este tipo de lesiones son raras, pero la falta de identificación y tratamiento adecuado puede provocar morbilidad permanente, dolor y pérdida de la función del paciente. (1)

Epidemiología e incidencia

Las lesiones de la articulación tarsometatarsiana se presentan cada año en una de

cada 60.000 personas-año; sin embargo, estas lesiones pueden no ser diagnosticadas, ya que hasta un 24% se pasan por alto en las radiografías primarias con la implementación de nuevas técnicas de imágenes y ayudas con la tomografía y la resonancia nuclear magnética los resultados han mejorado. (2)

Las lesiones de Lisfranc son poco frecuentes, aproximadamente el 0,2% de todas las fracturas, aunque en el 20% de los casos no se diagnostican o se diagnostican tardíamente. Sin embargo, el diagnóstico precoz y preciso de estas lesiones son requisitos fundamentales para su tratamiento adecuado y prevenir las secuelas a largo plazo.

Los hombres tienen de dos a cuatro veces más probabilidades de sufrir una lesión en la articulación de Lisfranc, posiblemente porque participan con mayor frecuencia en actividades de alta velocidad. Estas lesiones son frecuentes en la tercera década de la vida.

La mayoría (87,5%) son lesiones cerradas y cada vez son más frecuentes en deportistas, en los que es habitual ver sutiles lesiones de Lisfranc, lesiones que se han producido en deportes como el fútbol, la gimnasia y el running.(3)

Se han recomendado las radiografías en carga y la fluoroscopia de esfuerzo para revelar una inestabilidad oculta, preferiblemente con imágenes del pie no lesionado para comparar, La tomografía computarizada puede ser útil en la evaluación de las lesiones de Lisfranc para determinar los predictores radiológicos de inestabilidad lo cual puede ser valioso para mejorar el diagnóstico de estas lesiones.(2)

Anatomía

La articulación de Lisfranc o articulación tarsometatarsiana (TMT) está formada por los cinco metatarsianos que se articulan con los tres huesos cuneiformes y el hueso cuboideos. Las articulaciones cuneiforme-metatarsianas primera, segunda y tercera se caracterizan por una alta estabilidad con poca o ninguna movilidad; sin embargo, las articulaciones entre el cuarto y quinto metatarsiano y el hueso cuboideos tienen una mayor movilidad, necesaria para la adaptación del pie al suelo.

La estabilidad ósea está determinada por la forma trapezoidal de la base de los tres primeros metatarsianos, con sus respectivos huesos cuneiformes formando un arco estable conocido como 'arco transversal o arco romano' con la segunda articulación tarsometatarsiana como piedra angular. Es una articulación en la que el segundo metatarsiano está incrustado en un surco entre el primer y tercer hueso cuneiforme. De hecho, una segunda mortaja articular tarsometatarsiana poco profunda se considera un factor de riesgo para sufrir una lesión de Lisfranc.

También es importante comprender las estructuras ligamentosas que estabilizan la articulación de Lisfranc. Estas estructuras incluyen lo siguiente: 1) Ligamentos dorsal y plantar tarsometatarsiano que cruzan cada articulación tarsometatarsiana, los ligamentos dorsales son más débiles, lo que explica por qué el desplazamiento suele ser dorsal; 2) ligamentos intermetatarsianos que unen el segundo al quinto metatarsiano: no hay ligamento intermetatarsiano entre el primero y el segundo metatarsianos. Sin embargo, existe un ligamento interóseo plantar desde la zona lateral del primer hueso cuneiforme hasta la zona

medial del segundo metatarsiano, comúnmente conocido como ligamento de Lisfranc.

El ligamento de *Lisfranc lateral* (un ligamento metatarsiano transversal suspensorio), la longitud media del ligamento fue de 33,7 mm. El ancho promedio del ligamento fue de 4.6 mm en la porción media del ligamento; y el complejo del ligamento de Lisfranc, formado por los ligamentos tarsometatarsianos del primer y segundo radio y por el ligamento de Lisfranc. Este último es el más fuerte y grueso, por lo que es fundamental mantener el segundo metatarsiano y, en consecuencia, mantener el arco del mediopié.(3)

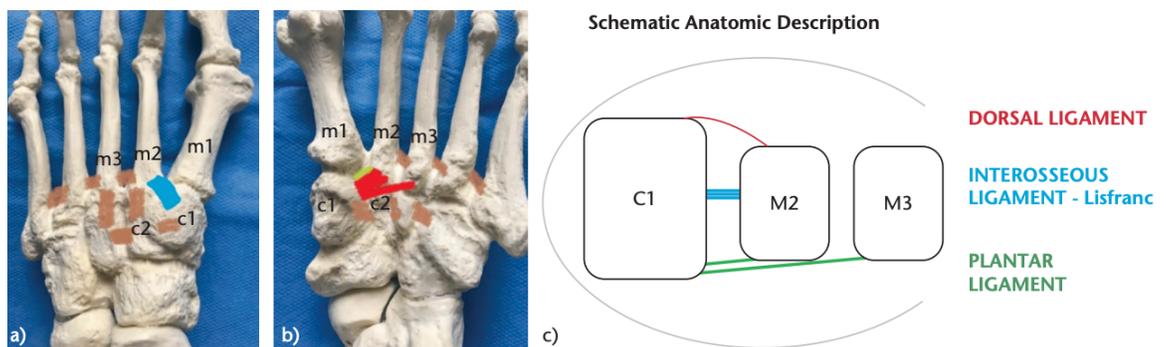


Ilustración 1. (Moracia-Ochagavía I, Rodríguez-Merchán EC. Lisfranc fracture-dislocations: current management. EFORT Open Rev. julio de 2019;4(7):430-44)

El ligamento de Lisfranc es el más fuerte del componente interóseo y es el responsable de la avulsión ósea de la base del segundo metatarsiano visto comúnmente en las luxofracturas. Los ligamentos plantares son sustancialmente más fuertes que sus correspondientes dorsales y ayudan a mantener el arco romano. (4)

El complejo de la articulación tarsometatarsiana se puede dividir en tres columnas según su movimiento relativo. Chiodo y Myerson (2) propusieron una clasificación en

2001 basada en columnas, con la columna medial que comprende la articulación cuneiforme del primer metatarsiano y medial, la columna media que comprende la articulación del segundo y tercer metatarsiano con cuneiforme intermedio y lateral, y la columna lateral que comprende el cuarto y articulación del quinto metatarsiano y cuboide. El análisis de Ouzounian y Shereff (11) del movimiento diferente mostró que la columna central era la más estable con aproximadamente 0,6 mm de movimiento del plano sagital dorsal-plantar, la columna medial con un mayor grado de movimiento de aproximadamente 3,5 mm de movimiento sagital y la columna lateral con el mayor grado de movimiento de aproximadamente 13 mm en el plano sagital.(5)

La arteria pedis dorsal transcurre la articulación de Lisfranc entre el primer y el segundo metatarsiano, siendo esta lesionada en la luxofractura resultando en hematoma o síndrome compartimental. El nervio peroneo profundo sigue a la arteria y provee inervación del primer compartimento dorsal. El músculo tibial anterior se inserta en el dorso del primer metatarsiano y la base de la cuña medial provee así estabilidad dinámica a la primera articulación tarsometatarsiana. En luxaciones ipsilaterales, el tendón del tibial anterior podría quedar atrapado entre la cuña medial y mediana impidiendo la reducción, el peroneo largo se inserta plantar y lateral a la superficie del primer metatarsiano y da estabilidad dinámica al arco longitudinal y transversal del pie.
(6)

Mecanismo de Trauma:

Teniendo clara la anatomía de dicha articulación, resulta fundamental posteriormente el

entendimiento del mecanismo de trauma de la mayoría de las lesiones de la articulación tarsometatarsiana (Lisfranc) el cual se puede presentar por mecanismo directo e indirecto.

(7)

Los mecanismos indirectos que son los más comunes en presentarse, usualmente se pueden producir bien sea por traumas de alta energía como durante accidente de tránsito o calidad de altura o por traumas de baja energía como aquellas lesiones causadas en el ámbito deportivo(3,7).

Usualmente dicho mecanismo de trauma se asocia con la aplicación de una fuerza longitudinal al antepié, que luego es sujeto a fuerzas rotacionales y de compresión. En este caso las fuerzas en abducción y la plantiflexión excesiva median a lesión del mediopié por mecanismos indirectos generando fractura o luxación del segundo metatarsiano y el posterior desplazamiento lateral de los demás metatarsianos (7)

Dentro de esos mecanismos de plantiflexión excesiva que median a lesión dorsal de la articulación encontramos, en primer lugar aquel mecanismo en el cual iniciamos con el tobillo en equino con la articulación metatarsofalángica en flexión con la articulación de Lisfranc engranada en un brazo de palanca elongado, la articulación en este caso da la vuelta con el cuerpo en este caso se genera una disrupción dorsal de la articulación al generar reflexión sobre la misma (7,8). Por otro lado, el segundo mecanismo se presenta con el pie engranado en plantiflexión y rodilla engranada en el suelo en flexión y se presenta aplicación de carga axial sobre el talón generando lesión dorsal de la articulación, dicho trauma es común en jugadores de fútbol americano cuando un jugador cae sobre el talón del pie del

otro jugador en la posición descrita. Por esta razón aproximadamente 4% de estos jugadores sufren una lesión de Lisfranc por año(9).

Por otro lado, cuando dichas lesiones se asocian a traumas en rotación externa con un antepié pronado como en deportes que requieren estribo como la equitación y el windsurfing, se evidencia un aumento de la inestabilidad ligamentaria de Lisfranc dado principalmente por un estrés con el retropié fijo y el antepié en abducción generando la luxación del segundo metatarsiano y el desplazamiento lateral de los metatarsianos(7).

Sin embargo, cuando nos referimos a lesiones por trauma directo estas usualmente se asocian con traumas contusos de alta energía aplicados al dorso del pie, en los cuales dependiendo de la localización de la fuerza aplicada en la articulación se definirá el desplazamiento del complejo articular tarsometatarsiano que puede ser desplazado hacia plantar o dorsal(7,9).

Usualmente estas luxofracturas causadas por trauma directo se han visto comúnmente asociadas con múltiples fracturas tarsales atípicas, fracturas abiertas, compromiso vascular y desarrollo de síndrome compartimental. Por tal motivo su pronóstico usualmente es peor clínicamente comparado con lesiones por traumatismos indirectos(9).

Diagnóstico:

Presentación clínica:

Al enfrentarnos al paciente con alguno de los mecanismos de trauma descritos o en

ocasiones incluso la combinación de estos encontramos en los pacientes que asisten al servicio de urgencias el siguiente cuadro clínico usualmente, siendo más evidente en aquellos de alta energía.(8)

Lo primero que encontraremos es la presencia de deformidad del pie asociada a dolor severo, inflamación y la imposibilidad de apoyo y marcha secundaria. En traumas abiertos se asocia a la presencia de heridas que al comunicarlas con los fragmentos óseos las convierten en fracturas abiertas(8). En traumas cerrados se asocia a edema acompañado de flictenas serosas o serohemáticas y se asocian según su compromiso de tejidos blandos a el desarrollo de síndrome compartimental, aplanamiento del arco del pie y compromiso neurovascular. (9,10)

Cuando el mecanismo de trauma es de baja energía, el diagnóstico es más desafiante y depende en gran parte del diagnóstico clínico, dado que pueden ir desde la presencia de inflamación leve, dolor en la zona de la articulación de Lisfranc, sin deformidad aparente ni pérdida del arco medial del pie, hasta dolor asociado a apoyo de la extremidad la cual no esta restringida sino levemente limitada por cuadro doloroso, pasando desapercibida la lesión generando a futuro deformidades como pie plano por inestabilidad residual ligamentaria. (10)

Adicionalmente, también existen ciertos signos adicionales que aumentan la sospecha clínica para el diagnóstico de las lesiones de Lisfranc. En primer lugar, uno de los signos cardinales descritos es la equimosis plantar, que cuando está presente es una indicación casi mandatoria de descartar compromiso de la articulación de Lisfranc con estudios

complementarios. También se ha descrito la presencia del signo del gap palpable entre el primer y segundo metatarsiano que habla de la diástasis a este nivel por compromiso óseo o ligamentaria y otro signo es la palpación de mal alineamiento lateral con lesiones más severas de los metatarsianos por la luxación de los mismos. (8)

Dentro del examen físico también se han descrito algunas maniobras a evaluar clínicamente a los pacientes como la flexión a nivel de la articulación tarsometatarsiana para evaluar estabilidad y subluxación hacia dorsal de la misma sin embargo es dolorosa, como lo es también las maniobras de estrés en abducción y aducción para ver estabilidad metatarsiana (8). Finalmente, la maniobra para el signo del piano que se ha descrito para compromiso tarsometatarsiano es otra maniobra para evaluar dicha lesión, realizándose mediante el bloqueo de mediopie y antepie y realizando presión sobre cada metatarsiano reproduciendo al ser positivo dolor y sensación de subluxación en la base del metatarsiano sugestivo de inestabilidad ligamentaria(10).

Estudio imagenológico:

El abordaje inicial de los pacientes con traumatismo en pie es la realización de radiografías rutinarias AP, lateral y oblicua a 30° del pie afectado, en las cuales usualmente las lesiones de Lisfranc pasan desapercibidas.(8) Por este motivo se ha descrito múltiples proyecciones adicionales a tomar en pacientes cuya sospecha clínica nos indiquen estudios adicionales para lesión de la articulación tarsometatarsiana como son las radiografías con el rayo inclinado a 15° hacia la articulación tarsometatarsiana, las radiografías con apoyo comparativas y las tomadas con pruebas de estrés(8,10).

Si realizamos una proyección AP debemos verificar el alineamiento entre borde medial del segundo metatarsiano con la cuña medial (8), así también como el tercer metatarsiano con la cuña lateral, el borde lateral del primer metatarsiano y la cuña intermedia y adicionalmente medir la distancia entre la cuña medial y el segundo metatarsiano, la cual debe ser de $< 2-3$ mm evaluable tanto con y sin apoyo. También se ha descrito el signo del fleco el cual usualmente corresponde a una fractura por avulsión presente en el 90% de los pacientes, siendo más frecuentes las fracturas en traumas de alta energía que en atletas.

Por otra parte, al evaluar la proyección oblicua a 30° se verifica la alineación del borde lateral de la cuña intermedia y el segundo metatarsiano, así como el tercer metatarsiano con la cuña lateral y el cuboides con el cuarto y quinto metatarsiano.

En la proyección lateral la cual usualmente tiene mayor validez al realizarse con apoyo se debe evaluar que no se presente un escalón en la articulación tarsometatarsiana a nivel dorsal, adicionalmente se mide al ángulo tarsometatarsiano entre el eje del talo y el segundo metatarsiano, el cual debe ser menor de 10° y se evalúa que se continúe la cortical plantar de la cuña medial se debe proyectar dorsal a la cortical plantar del quinto metatarsiano.

Al evaluar estas proyecciones en conjunto se puede evidenciar alteraciones en una o varias proyecciones evidenciando lesiones con fracturas asociada en un 39% de los pacientes, aumentando el diagnóstico de pacientes si realizamos imágenes con estrés en abducción y aducción en los cuales una diástasis de 2mm o más se considera patológica y sugestiva de lesión.(9,10)

Sin embargo, si persiste la sospecha clínica con radiografías normales, se considera pertinente ampliar estudios imagenológicos con Tomografía axial computarizada determinando con estas fracturas asociadas, compromiso óseo desapercibido y mal alineamiento residual articular, lo que se ha demostrado en el estudio de Pleider y colaboradores, pasa desapercibido en el 50% de los paciente estudiados solamente con radiografías.(9,10) De esta manera el TAC aporta información adicional en torno al patrón de la fractura, grado de conminución, extensión articular, Desplazamiento y tejido interpuesto. En caso de no conseguir suficiente información con este estudio adicional, se puede recurrir a la Resonancia magnética para estudio adicional de tejidos blandos principalmente de características ligamentarias, Fracturas ocultas no detectadas previamente entre otros hallazgos que ayudarán al planeamiento prequirúrgico(9,10)

Teniendo claro que imágenes tomar se han desarrollado diversos algoritmos para ayudar a completar el diagnóstico clínico radiográfico del paciente y enfocar su tratamiento(10).

Tratamiento

El tratamiento de la articulación de Lisfranc, radica en lograr una reducción anatómica asociada a una fijación estable, lo cual es clave para lograr mejores resultados, Independientemente de la gravedad de la lesión, el objetivo del tratamiento es un pie indoloro, plantígrado y estable (19). Se define como una reducción anatómica a la alineación si el borde medial del segundo metatarsiano está alineado con el borde medial de la cuña medial en la radiografía anteroposterior, si el borde medial del cuarto metatarsiano estaba

alineado con el borde medial del cuboides en la radiografía oblicua y si hubo algún desplazamiento dorsal de los metatarsianos en relación con los huesos del tarso en la radiografía lateral.(11)

Wilppula et al, ha descrito un sistema de clasificación para calificar la calidad de la reducción de las articulaciones de Lisfranc en radiografías postoperatorias, una buena reducción anatómica se describe como una adecuada forma del pie, con una diástasis <5 mm entre la base del primer y segundo metatarsiano, regular cuando la distancia está entre 6 y 9 mm y mala cuando la diástasis es ≥ 10 mm.(12)

Dentro de las indicaciones para el manejo ortopédico estaría una medición menor de 2 mm de desplazamiento de la articulación tarso metatarsiana en cualquier plano y estabilidad de la línea articular en radiografías con apoyo. El tratamiento ortopédico incluye: Bota de yeso corta sin apoyo durante 6 semanas; inicio del apoyo a partir de las 6 semanas. Se debe verificar la estabilidad a los 10 días de la lesión (19).

Idealmente las lesiones de Lisfranc se deben manejar durante las primeras 2 semanas después del evento traumático.

La reducción abierta y fijación percutánea es el método de elección. La presencia de fragmentos osteocondrales, la interposición de tejidos blandos y la clara visualización de la

reducción son los principales factores para la preferencia de la osteosíntesis.(19) La evolución del tratamiento comienza en intentos de reducción cerrada con fijación percutánea o externa, lo cual resultaba en un mayor porcentaje de subluxación residual y artrosis secundaria postraumáticas.(19) Con el paso del tiempo la evolución llevó a indicar reducción abierta con una o dos incisiones con fijación de tornillos transarticulares para las columnas medial y media con fijación con aguja de Kirschner para estabilizar la columna lateral según sea necesario.(19)

Cuando se presenta asociado lesiones de la columna lateral del pie, la cual es inestable, requiere manejo con fijación estable como lo es una placa para dar manejo de la fractura asociada del cuboides y metatarsianos, con lo que se logra una fijación estable y se disminuye el porcentaje de lesión del cartílago, al tiempo que se reduce el daño iatrogénico del cartílago.
(19)

En la literatura se prefiere la osteosíntesis con placa para las lesiones de Lisfranc de alta energía y percutánea con clavos kirschner o con tornillos para lesiones baja energía con lesiones ligamentarias o que estén asociadas a fracturas marginales.(11)

Cuando se presenta lesión conminución ósea asociada a compromiso articular se puede usar placas para lograr artrodesar la articulación con lo que se disminuye el dolor y se logra iniciar una recuperación temprana.(13)

La principal indicación para la fijación quirúrgica es la evidencia de inestabilidad o desplazamiento de fracturas mayor de 2 mm, cuando se presenta un espacio mayor se asocia

a un mayor riesgo de progresión a artrosis postraumática, dolor y limitación funcional, además de > 1 mm de subluxación de la base del metatarsiano con respecto al hueso del tarso en relación.(11) Otras indicaciones quirúrgicas son fracturas abiertas y fracturas no desplazadas en pacientes con actividad física (deportistas, artistas escénicos, etc.).

Dentro de las contraindicaciones se tiene, las alteraciones en la sensibilidad del pie, comorbilidades médicas que contraindique el procedimiento quirúrgico.

Uno de los pasos importantes en el tratamiento quirúrgico es posterior a la realización de la reducción con placa o tornillo es que la reducción debe ser concéntrica, con lo cual nada puede pasar de dorsal a plantar por esta articulación, de lo contrario estaría mal reducida la articulación.(13) la literatura ha demostrado un mejor resultado y una menor tasa de reoperación más baja con las placas que con los tornillos, además de mayor tasa de reducción anatómica (91% frente a 82%).(14) pero otros estudios han encontrado que los resultados dependen más de la calidad de la reducción y no de la elección del implante en seguimientos a 6 años.(15)

El manejo de la lesión de Lisfranc de alta energía, en la que se tiene afectación de múltiples columnas, requiere un abordaje medial y dorsal, asegurándose de lograr un adecuado puente óseo para evitar dehiscencia de la herida.

En cuanto al abordaje medial, se realiza entre la prominencia del escafoides a nivel proximal y la prominencia medial del primer metatarsiano distalmente, las ventajas presentes de este abordaje es que se puede abordar la articulación navículo cuneana y la talonavicular,

tener en cuenta el tendón tibial anterior que es la principal estructura anatómica a proteger, la posición de la placa es medial y plantar para evitar protrusión de la misma.

El abordaje lateral centrado al cuarto metatarsiano o más lateral si es necesario, entre el extensor corto de los dedos, la fijación se puede lograr mediante agujas de Kirschner retrógradas colocadas desde las bases del cuarto o quinto metatarsiano en el cuboides.

Se recomienda fijación con tornillos corticales de pequeños fragmentos de 3.5 mm para la primera, segunda y tercera articulación, la cuarta y quinta pueden fijar con clavos de Kirschner. Tornillos más pequeños como 2.7 mm se usan en lesiones de baja energía con buenos resultados y en pacientes con IMC < 27,8 kg / m². Con este umbral, la rotura del tornillo podría predecirse con una sensibilidad, especificidad, valor predictivo positivo (VPP) y valor predictivo negativo (VPN) del 86%, 79%, 55% y 95%, respectivamente, con menor riesgo de ruptura o falla del material y menor tasas de reoperación por protrusión de la cabeza.(11) (12)

Los clavos pueden retirarse a las 6 semanas, mientras que los tornillos pueden retirarse a los 4 meses. Durante las primeras 3 semanas se restringe la carga, posteriormente se inicia la carga durante 8 semanas, se permite regresar al uso de calzado con ortesis a los 3 meses después de la cirugía.

La terapia física progresiva se inicia después que se ha ordenado el apoyo completo y se realiza control de equilibrio, del edema y reentrenamiento en marcha. (19)

Otras nuevas técnicas que se describen en la literatura son 1 tornillo de reducción intermetatarsiano y el tornillo de la cuña medial a la base del segundo metatarsiano, con lo que se logra adecuada estabilidad y reducción anatómica, método el cual aún requiere de mayores estudios y evidencia científica.(16)

Dentro de las complicaciones descritas en la literatura la más común es la artrosis postraumática del mediopié, debido a que la prevalencia de artritis postraumática aumenta

hasta en un 60% con la fijación no anatómica.(17) Se debe evitar lesionar además el peroneo profundo, peroneo superficial, nervio sural, lesión de la arteria dorsalis pedis la cual es la lesión vascular más común.(18)

6. Objetivos

Objetivo General

Aplicar las medidas tomográficas previamente normalizadas de la articulación de Lisfranc en pacientes con patología en la articulación tarso metatarsiana

Objetivos específicos

1. Validar medidas en tomografías con patología en la articulación de Lisfranc con datos previamente normalizados en pacientes sanos
2. Estandarizar las medidas de Tomografía Axial Computarizada en pacientes con patología a nivel de la articulación tarso metatarsiana
3. Determinar qué medidas son aplicables y reproducibles en imágenes de tomografías de pacientes con patología en la articulación de lisfranc

9. Propósito

El propósito del trabajo es determinar la aplicabilidad de medidas normalizadas en tomografías patológicas (luxofractura) en la articulación de Lisfranc en tres planos ortogonales con el fin de escoger las medidas que varíen significativamente en la patología.

10. Aspectos metodológicos

Tipo de Estudio:

Observacional de concordancia ciego con una muestra no probabilística y una técnica de muestreo por conveniencia.

Población y Muestra:

10 sujetos de estudio (residentes de I, II, III y IV año de residencia del programa de Ortopedia y Traumatología de la Universidad El Bosque) realizarán nueve mediciones propuestas en los cortes de 10 Tomografías de tomografías con patología a nivel de la articulación tarso metatarsiana.

Métodos y técnicas para la recolección de la información:

Por medio de un instructivo que permite a cada uno de los sujetos de estudio realizar las nueve mediciones propuestas en los cortes coronales de 10 estudios tomográficos de la misma forma, registraron cada medida obtenida en un formulario de Google® del cual se obtuvo una tabla dinámica de Excel que automáticamente se va diligenciando al momento de contestar el formulario.

Criterios de inclusión:

Tomografías de pie con resultado radiológico patológico a nivel de la articulación tarsometatarsiana (Lisfranc).

Criterios de exclusión:

·Tomografías de pie de pacientes sin patología a nivel de la articulación tarsometatarsiana

Técnicas de recolección de la información:

Se recolectaron una serie de TAC de la base de datos de la fundación CIMB de pacientes de identidad oculta que cursan con patología a nivel de la articulación tarso metatarsiana, que serán sometidos a medidas, ya previamente normalizadas, con una guía preestablecida y con un único software llamado “Horos” para medición de Tomografías tipo DICOM.

Variables

Tabla 1

Nombre	Definición Conceptual	Tipo de variable	Escala de Medición
<i>Distancia primera cuna a base del 2 metatarsiano</i>	Línea a partir del borde lateral de la primera cuña al borde medial de la segunda cuña.	Cuantitativa	Milímetros
<i>Continuación del arco longitudinal del pie</i>	Determinar si hay o no continuidad del arco longitudinal del pie en una imagen de corte sagital donde se aprecie claramente el mismo.	Cualitativa	Si - No
<i>Angulo de alineacion metatarsiana</i>	Línea a través del eje diafisario del segundo metatarsiano. Medir el ángulo que se forma entre las dos líneas.	Cuantitativa	Milímetros
<i>Distancia entre dos cunas</i>	A partir de la imagen de la 3 cuña y el cuboides se identifica en el plano sagital el cuboides con la segunda cuña y se traza una línea entre la unión de las 2 estructuras.	Cuantitativa	Milímetros

<i>Ángulo de inclinación intercuneana</i>	Inicialmente se deben trazar dos líneas. Una que inicie en la base de la primera cuña y otra que cruce la base de la segunda cuña y prolongarlas hasta lograr su intersección. Medir el ángulo formado.	Cuantitativa	Milímetros
<i>Triángulo de cunas inverso</i>	Identificar las dos imágenes triangulares de la primera y la segunda cuña. Trazar una línea paralela a la base de la primera cuña sobre el eje horizontal y una línea paralela a la primera línea que pase sobre la base de la segunda cuña. Medir la distancia entre estas dos líneas.	Cuantitativa	Milímetros
<i>Unión primer a quinto metatarsiano (Gusano de seda)</i>	Trazar una línea sobre la base del primer metatarsiano que una al borde del 5 metatarsiano, sobre sus lados plantares. medir la distancia al eje del segundo metatarsiano.	Cuantitativa	Milímetros
<i>Ángulo cuneo metatarsiano</i>	Se toma el ángulo formado por una línea que pase de la base de la primera cuña hasta la base de la 3 cuña. Trazar una segunda línea entre base de 3 cuña hasta la base del 5 metatarsiano.	Cuantitativa	Milímetros

<p><i>Distancia segundo a segundo metatarsiano (Desplazamiento dorsal)</i></p>	<p>Se debe obtener una imagen donde se logre observar la base de 2 metatarsiano, trazar una línea sobre la cortical dorsal de la base del 2 metatarsiano y una línea sobre la cortical más dorsal de la segunda cuña, y realizar una medición entre estas dos, con el fin de cuantificar el desplazamiento.</p>	<p>Cuantitativa</p>	<p>Milímetros</p>
--	---	----------------------------	--------------------------

Materiales Y Métodos

En trabajos anteriores realizados en conjunto con el grupo de investigación en ciencias básicas y clínicas del sistema músculo esquelético - Fundación CIMB (* tesis) , en la línea de investigación de la articulación de Lisfranc, se normalizaron 9 medidas a nivel de esta articulación de 10 medidas que se incluyeron inicialmente en tres diferentes planos.

Las medidas propuestas ya normalizadas en los tres planos, son las siguientes que se mostrarán a continuación.

En el plano Axial tenemos *la primera cuna a base del 2 metatarsiano, el cual se obtiene trazando una línea a partir del borde lateral de la primera cuña al borde medial de la segunda cuña.*



Ilustración 2 (Morales D, Silva K, Vivas M, Herrera J, Normalización De Medidas Tomográficas De La Articulación De Lisfranc En Tac Patológico. Universidad El Bosque; 2019.)

En el plano sagital, se cuenta con cuatro medidas, una de estas llamada Distancia segundo a segundo metatarsiano (Desplazamiento dorsal), con un valor normalizado de 2,05 mm, que se obtiene inicialmente logrando visualizar una imagen de la base del segundo metatarsiano, posterior a esto se traza una línea sobre la cortical más dorsal de la segunda cuña, y se traza una línea entre estas dos, con el fin de cuantificar el desplazamiento, como se observa en la imagen a continuación.

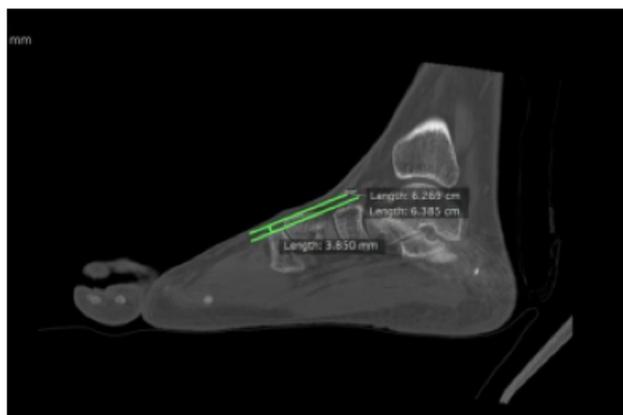


Ilustración 3. (Morales D, Silva K, Vivas M, Herrera J, Normalización De Medidas Tomográficas De La Articulación De Lisfranc En Tac Patológico. Universidad El Bosque; 2019.)

La segunda medida en el plano sagital es denominada continuación del arco longitudinal del pie, y tiene como objetivo determinar si hay o no continuidad del arco longitudinal del pie donde se aprecie completa y claramente el mismo, como se puede ver a continuación.

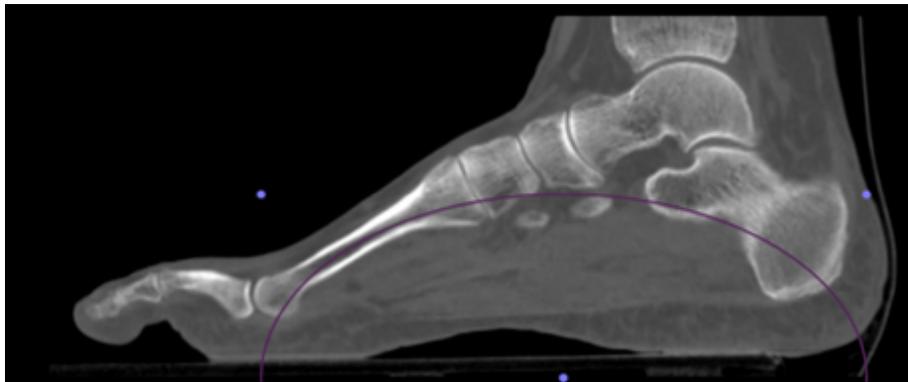


Ilustración 4. (Morales D, Silva K, Vivas M, Herrera J, Normalización De Medidas Tomográficas De La Articulación De Lisfranc En Tac Patológico. Universidad El Bosque; 2019.)

La tercera medida en este plano, se denomina ángulo de alineación metatarsiana que su valor normalizado es 25,9 grados, y se obtiene trazando una línea a través del eje diafisario del segundo metatarsiano, y otra línea paralela al piso, y se deberá medir el ángulo que se forma entre las dos líneas.

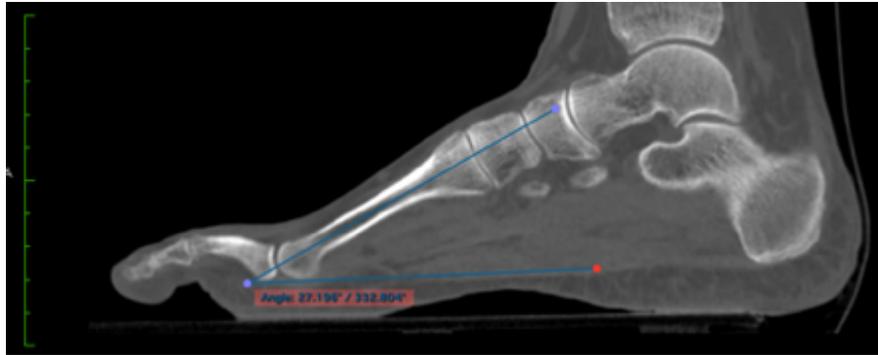


Ilustración 5. (Morales D, Silva K, Vivas M, Herrera J, Normalización De Medidas Tomográficas De La Articulación De Lisfranc En Tac Patológico. Universidad El Bosque; 2019.)

Y la cuarta medida en el plano sagital es denominada distancia entre dos cuñas y tiene un valor normalizado de 3,98 mm, se toma logrando obtener una imagen donde se visualice la tercera cuña y el cuboides con la segunda cuña y se traza una línea que une estas dos estructuras.



Ilustración 6. (Morales D, Silva K, Vivas M, Herrera J, Normalización De Medidas Tomográficas De La Articulación De Lisfranc En Tac Patológico. Universidad El Bosque; 2019.)

Ya finalmente, en el plano coronal se tienen descritas cuatro mediciones, la primera

de estas se denomina ángulo de inclinación intercuneana, tiene un valor normalizado de 10,39 mm y se obtiene mediante trazando dos líneas, una inicial en la base de la primera cuña y otra línea que cruce la base de la segunda cuña, y estas prolongarlas hasta su intersección, y medir el ángulo formado entre estas dos como se muestra en la imagen a continuación.

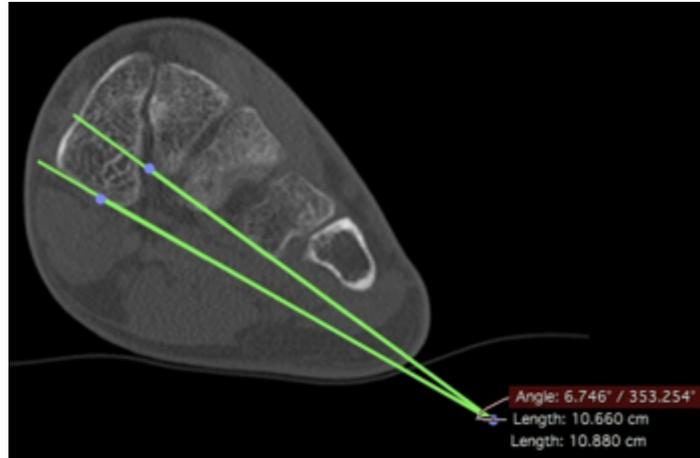


Ilustración 7. (Morales D, Silva K, Vivas M, Herrera J, Normalización De Medidas Tomográficas De La Articulación De Lisfranc En Tac Patológico. Universidad El Bosque; 2019.)

La segunda medida de este plano es denominada triángulo de cuñas inverso, con un valor previamente normalizado de 11,73 mm y se obtiene identificando inicialmente dos imágenes triangulares de la primera y segunda cuña, posteriormente trazando una línea paralela a la base de la segunda cuna y el resultado es medir la distancia entre estas dos líneas.

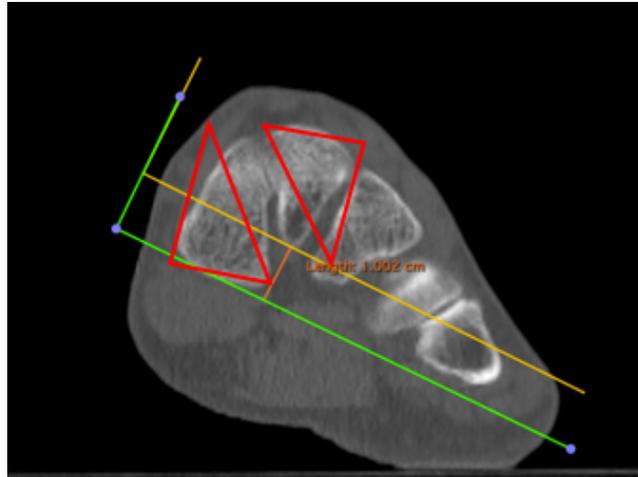


Ilustración 8. (Morales D, Silva K, Vivas M, Herrera J, Normalización De Medidas Tomográficas De La Articulación De Lisfranc En Tac Patológico. Universidad El Bosque; 2019.)

La tercera medida en este plano es denominada unión de primer a quinto metatarsiano, o con su homologación con el gusano de seda que tiene un valor normal de 11,05 mm y se obtiene midiendo la distancia al eje el segundo metatarsiano, trazando una línea sobre la base del primer metatarsiano que una al borde del quinto metatarsiano, sobre su base plantar, de la forma que se muestra a continuación.

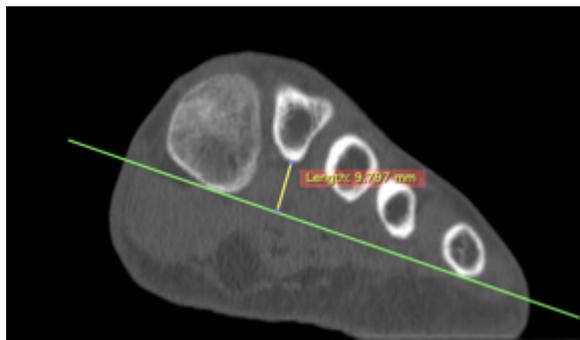


Ilustración 9. (Morales D, Silva K, Vivas M, Herrera J, Normalización De Medidas Tomográficas De La Articulación De Lisfranc En Tac Patológico. Universidad El Bosque; 2019.)

Y finalmente la cuarta medida de este plano denominada ángulo cuneo metatarsiano, con un valor normalizado 143,06 grados. Este angulo se obtiene trazando una línea que pase por la base de la primera cunña hasta la base de la tercera cunña, y una segunda línea entre la base de la tercera cuna hasta la base del quinto metatarsiano, de la forma que se muestra a continuación.

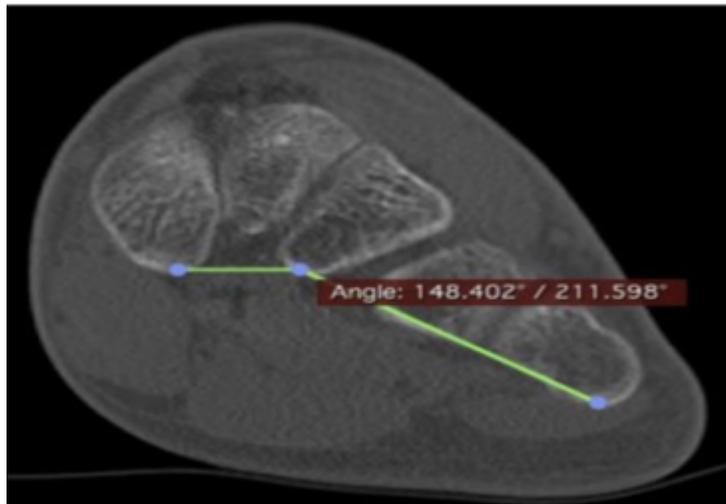


Ilustración 10. (Morales D, Silva K, Vivas M, Herrera J, Normalización De Medidas Tomográficas De La Articulación De Lisfranc En Tac Patológico. Universidad El Bosque; 2019.)

A continuación, una tabla que resume las nueve medidas normalizadas articulación de Lisfranc con su valor y desviación estándar.

Tabla 2.

PROYECCIÓN	NOMBRE	NORMALIZACIÓN	DESVIACIÓN STD
<i>Axial</i>	<i>Distancia primera cuna a base del 2 metatarsiano</i>	<i>2,10 mm</i>	<i>1,7</i>
<i>Sagital</i>	<i>Distancia segundo segundo metatarsiano (Desplazamiento dorsal)</i>	<i>a 2,05 mm</i>	<i>1</i>
<i>Sagital</i>	<i>Continuación del arco longitudinal del pie</i>	<i>Si o No</i>	<i>NA</i>
<i>Sagital</i>	<i>Angulo de alineación metatarsiana</i>	<i>25,9 grados</i>	<i>3,62</i>
<i>Sagital</i>	<i>Distancia entre dos cuñas</i>	<i>3,98 mm</i>	<i>2,80</i>
<i>Coronal</i>	<i>Ángulo de inclinación intercuneana</i>	<i>10,39 grados</i>	<i>6,48</i>
<i>Coronal</i>	<i>Triángulo de cunas inverso</i>	<i>11,73 mm</i>	<i>2,10</i>
<i>Coronal</i>	<i>Unión primer a quinto metatarsiano (Gusano de seda)</i>	<i>11,05</i>	<i>1,72</i>
<i>Coronal</i>	<i>Ángulo cuneo metatarsiano</i>	<i>143,06 grados</i>	<i>12,33</i>

11. Consideraciones Éticas

Los estudios imagenológicos corresponden a pacientes en los cuales no se conoce su identidad por lo cual durante la duración de la investigación se garantizarán los aspectos éticos de la investigación siguiendo los principios básicos de autonomía, no maleficencia, beneficencia y justicia. Se siguieron las normas científicas y técnicas dictadas en la resolución No. 008430 de 1993 del Ministerio de Salud donde se identifica al estudio como una investigación *Sin Riesgo*.

Los resultados del estudio se publicarán como evidencia científica respetando la integridad del paciente manteniendo la información anónima. Los datos se almacenan de manera segura y cumpliendo los principios que se estipulan en la declaración de Helsinki respecto al acceso a la información de los pacientes, confidencialidad, información anónima, integridad de la información, documentación, administración y políticas.

12. Cronograma de actividades

Proyecto de grado																									
NORMALIZACIÓN DE MEDIDAS TOMOGRÁFICAS DE LA ARTICULACIÓN DE LISFRANC EN TAC PATOLÓGICO		Ámbito de aplicación: Residentes Universidad El Bosque																							
		Duración en semanas																							
Actividad	Responsable	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
Recoleccion 10 Tac patologicos	Martha Buitrago Oscar Peniche																								
Aplicar las medidas con la colaboracion de los residentes Ortopedia Bosque	Katherine Rojas Carlos Coronell																								
Evaluar las medidas recolectadas	Martha Buitrago Oscar Peniche																								
Analisis estadisticos de resultados	Katherine Rojas Carlos Coronell																								
Conclusiones	Martha Buitrago Oscar Peniche																								
Publicacion revista indexada	Katherine Rojas Carlos Coronell																								

13. BIBLIOGRAFÍA.

1. Grewal US, Onubogu K, Southgate C, Dhinsa BS. Lisfranc injury: A review and simplified treatment algorithm. *The Foot*. diciembre de 2020;45:101719.
2. Stødle AH, Hvaal KH, Enger M, Brøgger H, Madsen JE, Ellingsen Husebye E. Lisfranc injuries: Incidence, mechanisms of injury and predictors of instability. *Foot Ankle Surg*. julio de 2020;26(5):535-40.
3. Moracia-Ochagavía I, Rodríguez-Merchán EC. Lisfranc fracture-dislocations: current management. *EFORT Open Rev*. julio de 2019;4(7):430-44.
4. Llopis E, Carrascoso J, Iriarte I, Serrano M, Cerezal L. Lisfranc Injury Imaging and Surgical Management. *Semin Musculoskelet Radiol*. 23 de junio de 2016;20(02):139-53.
5. Mulcahy H. Lisfranc Injury. *Radiol Clin North Am*. noviembre de 2018;56(6):859-76.
6. Benirschke SK, Meinberg E, Anderson SA, Jones CB, Cole PA. Fractures and Dislocations of the Midfoot: Lisfranc and Chopart Injuries. *J Bone Jt Surg*. 18 de julio de 2012;94(14):1325-37.
7. Watson TS, Shurnas PS, Denker J. Treatment of Lisfranc joint injury: current concepts. *J Am Acad Orthop Surg*. diciembre de 2010;18(12):718-28.
8. Weatherford BM, Anderson JG, Bohay DR. Management of Tarsometatarsal Joint Injuries. *J Am Acad Orthop Surg*. julio de 2017;25(7):469-79.
9. Mulcahy H. Lisfranc Injury: Current Concepts. *Radiol Clin North Am*.

noviembre de 2018;56(6):859-76.

10. Welck MJ, Zinchenko R, Rudge B. Lisfranc injuries. *Injury*. abril de 2015;46(4):536-41.

11. Bateni C, Kahlon S, Kreulen C. Appropriate MRI Evaluation of Lisfranc Ligaments: How to Avoid Missing Ligamentous Lisfranc Injuries. *Tech Foot Ankle Surg*. marzo de 2019;18(1):29-36.

12. Park YH, Ahn JH, Choi GW, Kim HJ. Percutaneous Reduction and 2.7-mm Cortical Screw Fixation for Low-Energy Lisfranc Injuries. *J Foot Ankle Surg*. septiembre de 2020;59(5):914-8.

13. Kuhn K, Renninger C, Cochran G, Bellamy J. Acute Arthrodesis of Lisfranc Injuries. *Tech Foot Ankle Surg*. marzo de 2019;18(1):8-15.

14. Ly TV, Coetzee JC. Treatment of Primarily Ligamentous Lisfranc Joint Injuries: Primary Arthrodesis Compared with Open Reduction and Internal Fixation. *VOLUME* :8.

15. Komenda GA, Myerson MS, Biddinger KR. Results of Arthrodesis of the Tarsometatarsal Joints after Traumatic Injury*†: *J Bone Jt Surg*. noviembre de 1996;78(11):1665-76.

16. Mundargi AV, Subramanyam KN. Intermetatarsal Reduction Screw: A Novel Closed Reduction Technique for Isolated Lateral and Divergent Lisfranc Injuries of the Foot. 2020;3.

17. Nwawka OK, Hayashi D, Diaz LE, Goud AR, Arndt WF, Roemer FW, et al. Sesamoids and accessory ossicles of the foot: anatomical variability and related pathology. *Insights Imaging*. 5 de septiembre de 2013;4(5):581-93.

18. Wei C-J, Tsai W-C, Tiu C-M, Wu H-T, Chiou H-J, Chang C-Y. Systematic

Normalización de medidas tomográficas de la articulación de Lisfranc en TAC patológico

Keli S. Silva

Manuel E. Vivas

analysis of missed extremity fractures in emergency radiology. Acta Radiol. septiembre de 2006;47(7):710-7.

19. Morales D, Silva K, Vivas M, Herrera J, Normalización De Medidas Tomográficas De La Articulación De Lisfranc En Tac Patológico. Universidad El Bosque; 2019.