

**Patrones tomográficos de fracturas de tobillo Weber B. Estudio descriptivo**

**Luis Fernando Mosquera Lozano  
Pedro Ernesto Vieira Jimenez**

**Universidad El Bosque  
Facultad de medicina - División de posgrados  
Especialización en ortopedia y traumatología**

Universidad El Bosque  
Facultad de medicina - División de posgrados

Patrones topográficos de fractura de tobillo Weber B. Estudio descriptivo  
Grupo de investigación en ciencias básicas y clínicas del sistema musculoesquelético  
Investigación de posgrado

Luis Fernando Mosquera Lozano  
Pedro Ernesto Vieira Jimenez

Asesor temático  
Dr. Juan Manuel Herrera Arbelaez

Asesor metodológico  
Linda Margarita Ibata Bernal

Nota de Salvedad de Responsabilidad Institucional

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

Agradecimientos al Dr Juan Manuel Herrera

### **Guía de contenido**

Resumen .....	Pag 6
Abstract .....	Pag 7
Introducción .....	Pag 8
Marco teórico.....	Pag 9
Problema .....	Pag 17
Justificación .....	Pag 18
Objetivos .....	Pag 19
Propósito .....	Pag 20
Aspectos metodológicos .....	Pag 21
Tabla de variables .....	Pag 22
Técnica de recolección de información .....	Pag 23
Materiales y métodos .....	Pag 23
Plan de Análisis.....	Pag 24
Aspectos éticos .....	Pag 25
Organigrama .....	Pag 26
Cronograma.....	Pag 27
Presupuesto .....	Pag 28
Resultados.....	Pag 29
Discusión .....	Pag 31
Conclusiones.....	Pag 33
Referencias .....	Pag 34
Anexos .....	Pag 39

### **Lista de tablas y gráficas**

Figura 1. Representación de las 4 columnas.....	Pag 39
Figura 2. TAC 1 y 3 .....	Pag 39
Figura 3. TAC 2 y 6 .....	Pag 39
Figura 4. TAC 4 y 9.....	Pag 40
Figura 5. TAC 5,7 y 8. ....	Pag 40
Tabla 1. Descripción de las tomografías. ....	Pag 41

## Resumen

**Introducción:** Las fracturas de tobillo se encuentran entre las lesiones más comúnmente tratadas por los cirujanos ortopédicos. La prevalencia de fracturas de tobillo es de 10.2% dentro de todas las lesiones óseas. El estudio tiene la finalidad de describir aquellos patrones de fractura encontrados en la evaluación de 10 tomografías axiales computarizadas (TAC) de tobillo y demostrar la variabilidad de patrones existentes a pesar de clasificarse de la misma forma según la clasificación de Weber y Lauge - Hansen dando las pautas para establecer una nueva forma de evaluación de estas lesiones y poder dictar pautas en el tratamiento.

**Materiales & Métodos:** Se realizó un estudio descriptivo en donde se evaluaron 10 tomografías axiales computarizadas de tobillo de pacientes con fracturas a este nivel y fueron clasificadas según la clasificación de Weber y Lauge- Hansen y se les aplicaron las medidas tomográficas planteadas por este grupo de investigación en un estudio previo. Se evaluó cada tomografía según 4 columnas que se establecieron según los autores; cuando existe una fractura que comprometa una de estas columnas se considera que la columna se encuentra comprometida, se agruparon los resultados que fueran similares en cada TAC según los patrones de fractura en cada columna.

**Resultados:** Se encontraron 4 patrones diferentes de fractura correspondientes a fracturas tipo B según la clasificación de Weber

**Discusión:** El resultado de este estudio ratifica la complejidad de las lesiones alrededor del tobillo y se demuestra que para un mismo tipo de fractura según la clasificación de Weber y Lauge - Hansen se exponen en este estudio 4 tipos distintos de patrones de fractura; esta complejidad y variabilidad en los trazos de fractura generan la necesidad e importancia de que exista una clasificación basada en la tomografía axial computarizada que agrupe los distintos patrones de fractura de tobillo.

**Palabras Clave:** Fracturas de tobillo, tomografía, trauma.

**Nivel de Evidencia:** IV

Abstract

**Background:** Ankle fractures are among the most commonly treated injuries by orthopedic surgeons. The prevalence of ankle fractures is 10.2% within all bone lesions. The study aims to describe those fracture patterns found in the evaluation of 10 computed axial tomography (CT) of the ankle and demonstrate the variability of existing patterns despite being classified in the same way according to the Weber and Lauge - Hansen classification giving the guidelines to establish a new form of evaluation of these injuries and to be able to dictate guidelines in the treatment.

**Methods:** A descriptive study was conducted in which 10 computerized axial tomography of the ankle of patients with fractures at this level were evaluated and classified according to the Weber and Lauge-Hansen classification and the tomographic measures proposed by this research group in a previous study were applied to them. Each tomography was evaluated according to 4 columns that were established according to the authors; when there is a fracture that compromises one of these columns, the column is considered to be compromised, the results that were similar in each CT were grouped according to the fracture patterns in each column.

**Results:** Four different fracture patterns corresponding to type B fractures were found according to Weber's classification.

**Discussion:** The result of this study confirms the complexity of the injuries around the ankle and it is demonstrated that for the same type of fracture according to the Weber and Lauge - Hansen classification, 4 different types of fracture patterns are exposed in this study; This complexity and variability in fracture lines generate the need and importance of a classification based on computed axial tomography that groups the different ankle fracture patterns.

**Key Words:** Ankle fractures, Tomography, Trauma.

**Evidence Level:** IV

## **Introducción**

Las fracturas de tobillo se encuentran entre las lesiones más comúnmente tratadas por los cirujanos ortopedistas. La prevalencia de fracturas de tobillo es de 10.2% dentro de todas las lesiones óseas. Se ha reportado una incidencia media de 168.7 casos por cada 100.000 habitantes al año según un estudio epidemiológico de 9767 fracturas de tobillo entre 2005 y 2014 en la serie más grande que se ha analizado hasta ahora. En un análisis de la base de datos de trauma de los Estados Unidos entre 2007 y 2011, la incidencia de fracturas de tobillo se ha reportado como la más frecuente en el grupo de fractura de pie y tobillo (55.7%) siendo el tipo más común la bimalleolar. (1,2)

En el grupo de investigación de ciencias básicas y clínicas del sistema musculoesquelético, se lograron establecer medidas tomográficas con alta confiabilidad intra e interobservador así como se establecieron correlación de estas medidas en diferentes patrones de fractura a nivel del tobillo. Sin embargo al momento de clasificar estas lesiones según las clasificaciones utilizadas ampliamente en el contexto clínico, estas quedan cortas con respecto a la complejidad de estas fracturas ahora evidenciadas por la tomografía.

El estudio tiene la finalidad de describir aquellos patrones de fractura encontrados en la evaluación de tomografías axiales computarizadas (TAC) de tobillo y demostrar la variabilidad de patrones existentes a pesar de clasificarse de la misma forma según la clasificación de Weber y Lauge - Hansen. De esta forma se busca determinar si existen patrones diferentes de fractura en las fracturas de tobillo clasificadas como Danis-Weber B según los hallazgos tomográficos.

### **Marco teórico**

En el abordaje diagnóstico y toma de decisiones terapéuticas del tobillo clásicamente se ha utilizado el set de radiografías de tobillo AP, lateral y mortaja (rotación interna de 15°). Sin embargo, en estudios recientes se ha evidenciado un valor subóptimo de estas para el tratamiento de las fracturas de tobillo; hay una tendencia en aumento para utilizar la tomografía axial computarizada en el abordaje de fracturas trimaleolares como método en la evaluación de la fractura del maléolo posterior.

El diagnóstico de una luxofractura de tobillo es probablemente el más sencillo de realizar en medicina. Sin embargo, en la medida en la que hemos mejorado nuestro entendimiento acerca de la biomecánica articular del tobillo, el sistema de transferencia de cargas (energía cinética), el acoplamiento del control neuromuscular con el papel de la propiocepción y el balance tendino-ligamentario, la caracterización de una fractura de tobillo se ha convertido en uno de los retos diagnósticos más complejos que puede existir en medicina y en cirugía ortopédica. (3) Caracterizar una fractura de tobillo y planear su tratamiento integral implica el entendimiento de fenómenos anatómicos que vemos en las imágenes diagnósticas y fenómenos biomecánicos que no vemos en los estudios imagenológicos, pero que podemos inferir a partir de una correcta observación y caracterización de las lesiones anatómicas que sí vemos en las imágenes diagnósticas. Sin embargo, a menudo desconocemos algunos elementos de juicio clínico porque los catastróficos resultados de una ligereza diagnóstica en la mayoría de las oportunidades excede nuestra propia

vida profesional como cirujanos ortopedistas, dada la lenta progresión de la artrosis de tobillo.

Los elementos de juicio que inducen errores en la caracterización de una fractura de tobillo son:

1. Se evalúa en dos dimensiones una lesión que se produce en tres dimensiones, tanto pre-quirúrgicamente como post-quirúrgicamente. (4,5)
2. A pesar de estar ampliamente descrito, no comparamos las imágenes del tobillo comprometido con las imágenes de la extremidad contralateral normal. (6)
3. Aunque la fractura de tobillo es una lesión con trazo intra-articular, existe la tendencia generalizada a interpretarla como si no lo fuera. A menudo se omite el principio de reducción anatómica y se permiten sin ningún tipo de sustento o justificación académica, escalones, brechas articulares, acortamientos, y deformidades rotacionales intra-articulares, las cuales, en cualquier otra articulación del cuerpo humano se consideran completamente inadmisibles. (7)
4. La mayoría de cirujanos ortopedistas considera equivocadamente que, como es fácil diagnosticar una fractura de tobillo, también es fácil de tratar. (8-10)

Varios estudios de desenlace a largo plazo han comenzado a mostrar cifras alarmantes respecto al éxito o fracaso en el tratamiento de las fracturas de tobillo, donde los malos resultados han sido reportados hasta en 1 de cada 4 (22%) fracturas de tobillo.

Las estructuras anatómicas de la articulación del tobillo determinan los arcos y rangos de movimiento articular y le confieren un alto grado de estabilidad secundaria con una congruencia exacta y precisa, pero asimétrica, ya que el astrágalo es más ancho en su aspecto anterior que en su

segmento posterior. Los tres huesos que forman la articulación del tobillo: la tibia, peroné y el domo del astrágalo, son tres conjuntos de superficies articulares oponentes asimétricos, sin embargo la congruencia articular es milimétrica en todas las posiciones del tobillo. Esto se debe a que el domo talar realiza movimientos de flexión dorsal y plantar en el plano sagital, rotaciones en el plano coronal y desplazamientos antero-posteriores en el plano axial no existiendo un eje de giro articular fijo, sino que al contrario el mismo se desplaza antero-posteriormente medio-lateralmente y hacia superior e inferior. El maléolo medial tibial y la cara medial del astrágalo forman las superficies articulares mediales; las superficies articulares del maléolo lateral del peroné y la cara lateral del astrágalo forman las superficies articulares laterales; la tibia distal y el domo del astrágalo forman las superficies articulares centrales, todas ellas asimétricas como ya se mencionó.

La superficie articular tibial distal tiene una convexidad longitudinal que coincide con una concavidad en la superficie del astrágalo. El centro de coincidencia de convexidad y concavidad divide la articulación tibiotalar en los compartimentos medial y lateral, para la evaluación de la carga del tobillo y cambios degenerativos. La tibia distal y el maléolo medial, junto con el maléolo lateral, forman la mortaja del tobillo, que contiene el astrágalo. Adicionalmente, la sindesmosis tibioperonea distal. Los complejos ligamentarios medial y lateral y la cápsula articular del tobillo estabilizan la relación entre astrágalo y la mortaja tibio peronea distal.

Cuando el astrágalo está en dorsiflexión máxima, la sindesmosis tibioperonea se expande mediante la rotación y desplazamiento posterior del peroné, y la porción más ancha de la superficie articular del astrágalo se encuentra en la mortaja del tobillo, permitiendo poca o ninguna rotación

entre el astrágalo y la mortaja. En la mayoría de los tobillos normales, las estructuras de los tejidos blandos, incluida la cápsula articular, los ligamentos, y unidades de tendones musculares que cruzan la articulación, evitan el movimiento significativo del astrágalo en relación con la mortaja.

Cuando se apoya, la articulación del tobillo tiene el área de contacto entre superficies articulares opuestas más pequeña en el miembro inferior, especialmente en comparación con las superficies articulares de la rodilla o la cadera. A 500 N de carga, los promedios del área de contacto son de 350 mm<sup>2</sup> para la articulación del tobillo, en comparación con los 1120 mm<sup>2</sup> para la rodilla y 1100 mm<sup>2</sup> para la cadera. El área de contacto más pequeña debería hacer un pico normal de fuerzas compresivas mayor en el tobillo que en la rodilla o la cadera (11). Sin embargo, esto no ocurre así, porque al existir una ausencia de inserciones musculares y tendinosas en el astrágalo, todos los tendones que atraviesan el tobillo son al menos biarticulares, constituyéndose en el mayor y más preciso sistema de transferencia de cargas (energía cinética) existente en el cuerpo humano. Para que el sistema de transferencia de cargas del tobillo funcione, se requiere de una perfecta anatomía, un perfecto balance tendino-ligamentario y un control neuromuscular realizado a tiempo (perfecta propiocepción).

A diferencia de lo que ocurre en articulaciones que soportan peso como la cadera y la rodilla en la que los procesos de artrosis son más de tipo degenerativos, la artrosis de tobillo se presenta con mayor frecuencia de manera secundaria a un evento traumático. Cuando se entiende al tobillo como una esfera, se piensa en que las alteraciones producidas por lesiones del tobillo son en

tres planos ortogonales (Coronal, Sagital y Axial), razón por la cual su evaluación debe ser en tres planos ortogonales y su manejo por supuesto también. Por esta razón, un tratamiento adecuado de las fracturas de tobillo impacta directamente en la incidencia de artrosis de tobillo. (12)

Entendiendo que la incidencia de fracturas de tobillo ha venido aumentando en los últimos años con relación al aumento de incursión de personas en actividades deportivas y por el aumento de fracturas secundarias a osteoporosis y/o fragilidad ósea en una población mundial anciana creciente, se hace cada vez más necesario tener precisión al momento de caracterizar la lesión ósea y las lesiones ligamentarias asociadas que vemos en las imágenes diagnósticas, con el fin último de tener también precisión en la inferencia de los fenómenos de alteración biomecánica que no vemos, pero que se deben considerar al momento de tomar la decisión de tratamiento. (13)

Danis y Weber establecieron ciertos valores de normalidad para la medición de radiografías de tobillo y recientemente se ha reportado la relevancia del uso preoperatorio y postoperatorio de la radiografía y tomografía computarizada en la evaluación de estas lesiones. Incluso los estudios sobre el deterioro de la articulación del tobillo tienen importantes limitaciones porque no hay una fuerte correlación entre formación de osteofitos y el desarrollo clínico de una artrosis de tobillo porque es difícil evaluar el espesor del cartílago articular de tobillo, particularmente en radiografías que no se realizaron de forma estandarizada. Además, las radiografías de tobillo a menudo no muestran signos de degeneración articular incluso cuando la articulación del tobillo tiene regiones de erosión en el espesor total del cartílago articular. Ha sido escrito que los intentos de evaluar la prevalencia de alteración articular del tobillo solo por radiografías simples, tienen un valor limitado.(14-16)

Es muy importante tener un método objetivo y estandarizado en la evaluación de tomografías Axiales computarizadas de pacientes que se presentan con fracturas de tobillo. Esta evaluación ha tenido acogida en la comunidad científica encargada del manejo de este tipo de patología ya que el desarrollo de protocolos con alta confiabilidad inter e intra-observador, son considerados un paso clave en la disminución del impacto que puede generar una inadecuada caracterización de la lesión. (17)

Dentro del abordaje diagnóstico y terapéutico de estas lesiones es indispensable considerar el grado de lesión y la reducción posoperatorio de la sindesmosis tibiofibular distal ya que influye directamente en el desenlace y pronóstico del paciente. Varios autores han demostrado que el principal factor relacionado con un buen resultado postoperatorio es la reducción adecuada de la sindesmosis y que la reducción inadecuado de esta lesión se asocia directamente con el desarrollo de artrosis tibiotalar. (18-22)

Actualmente, se utiliza la tomografía axial computarizada como método de planificación pre-quirúrgica, sin embargo, se requiere de patrones objetivos en cuanto a medidas tomográficas. Inicialmente se ha desarrollado estudios tomográficos en donde se demuestra la superioridad de esta sobre la radiografía para evaluar la diástasis de la sindesmosis. A partir de esto se han medidas basadas en tomografía axial computarizada abordando principalmente el compromiso de la sindesmosis al momento de la presentación de la lesión así como evaluar resultados postoperatorios. (23–25)

Espinoza y col, Leung y colaboradores demostraron que la radiografía exclusivamente no es adecuada para el planeamiento quirúrgico de las fracturas de tobillo y que es necesaria una herramienta como la tomografía para realizar un diagnóstico y conducta quirúrgica adecuada. (26,27)

Elgafy y colaboradores establecieron medidas normales de la sindesmosis tibiofibular distal en 100 tomografías axiales computarizadas realizándose en el corte axial entre 9-12 mm de la superficie articular tibial utilizando una medida anterior y otra posterior, establecieron una media normal de 2 mm para la sindesmosis anterior y de 4 mm para la posterior, encontrando relación con la medida utilizada en radiografía simple de tobillo y sugieren que la tomografía debe utilizarse en fracturas complejas del tobillo como fracturas trimaleolares, con conminución severa o cuando haya evidencia de alteración sutil de la sindesmosis. (28)

Se ha enfatizado ampliamente que la tomografía computarizada utilizada de forma preoperatoria en fracturas de tobillo complejas y aquellas que comprometen la sindesmosis es de gran utilidad para el diagnóstico y planeamiento quirúrgico. Afirmación que es corroborada por una reciente revisión sobre el manejo actual de las fractura de tobillo en donde es una herramienta indispensable para este fin. (29,30)

Estudios recientes demuestran que gradualmente la tomografía de tobillo se convierte una herramienta útil postoperatoria para evaluar los resultados quirúrgicos y determinar qué pacientes requieren una cirugía de revisión temprana.

Palamanovich y colaboradores en su trabajo donde estudian tomografías computarizadas postoperatorias de tobillos intervenidos quirúrgicamente entre 2010 y 2012 ( 68 casos) y analizan las causas que motivaron una reintervención en 20 de estos casos describiendo las 3 más comunes: La inadecuada reducción de la sindesmosis respecto a la traslación anteroposterior del peroné, la inadecuada reducción del maléolo posterior y los fragmentos intraarticulares. Sin embargo no utilizaron métodos de medición específica para este fin. (31)

Igualmente Chen y colaboradores evidenciaron mejor correlación inter e intraobservador en la evaluación tomográfica postoperatoria de la calidad de reducción y la calidad de la osteosíntesis comparado con el uso de set de radiografías simples de tobillo concluyendo que su uso postoperatorio mejora el desenlace de los pacientes ya que permite una reintervención precoz para prevenir el desarrollo de artrosis de tobillo. (32)

El estudio anteriormente descrito publicado por Patrick y colaboradores propone utilizar sus mediciones de forma postoperatoria sin embargo únicamente aporta mediciones para evaluar la reducción de la sindesmosis y del peroné.

### **Problema**

Las fracturas del tobillo son una de las fracturas más frecuentes que se presentan en el sistema musculoesquelético, los sistemas de clasificación en cirugía ortopédica se utilizan para dar una guía para el abordaje y el tratamiento de un paciente, con respecto a estas fracturas la clasificación más utilizada es la descrita por Weber, utilizada para guiar el tratamiento quirúrgico, esta clasificación plantea 3 tipos de fractura dependiendo del nivel del trazo de fractura del peroné, infrasindesmal, transindesmal y suprasindesmal, dividiéndolas en A, B y C respectivamente. Las fracturas clasificadas como Weber B se presentan aproximadamente en un 80% de los casos indicando un posible grado de inestabilidad secundario a lesión de la sindesmosis tibiperonea, sin embargo esta clasificación no toma en cuenta el tipo de trazo presente en el peroné ni las fracturas que se presentan en los respectivos maléolos de la tibia, por ende subestimando la complejidad de la lesión. (33)

La otra clasificación empleada es la descrita por los doctores Lauge - Hansen basada en un estudio cadavérico biomecánico donde describen las estructuras comprometidas en las fracturas del tobillo dependiendo de la posición del pie al momento del trauma y la fuerza deformante que experimenta en el orden que se produce cada lesión. Esta clasificación permite reconocer el mecanismo de la lesión guiando la reducción cerrada, sin embargo se trata de una clasificación compleja, de difícil implementación para su uso clínico y que demuestra una baja reproducibilidad inter e intraobservador. (33, 34) Estas clasificaciones tienen una baja utilidad pronóstica.

### **Justificación**

Una clasificación de una fractura desde el punto de vista clínico debe ser reproducible, confiable y debe proveer un pronóstico de la lesión; existen estudios donde verifican la reproducibilidad de las clasificaciones de Weber y la de Lauge- Hansen mostrando que esta última tiene la menor reproducibilidad entre observadores y que alcanzan un valor kappa apenas moderado ( 0.49 y 0.32 respectivamente) (35)

El hecho de no poder interpretar la totalidad de las lesiones con una única clasificación o que esta sea de difícil reproducibilidad hace que sea insuficiente, las fracturas de tobillo clasificadas como Weber B describe solo la localización de la fractura del peroné sin embargo en la práctica el trazo puede variar y puede acompañarse de lesiones que comprometen los otros 3 maléolos de la tibia; en el contexto de un trauma la tomografía axial computarizada es un método imagenológico accesible que permite la evaluación de los diferentes trazos de fractura que comprometen los maléolos del tobillo y las lesiones ligamentarias asociadas permitiendo una mejor evaluación y correcta toma de decisión terapéutica, es por ende importante describir los patrones de fractura que se producen en conjunto con una fractura Weber B del tobillo. (36)

En este estudio se propone plantear el abordaje tomográfico por columnas como una herramienta en la evaluaciones de los TAC de tobillo.

## **Objetivos**

### Objetivo general

Determinar diferentes patrones de fracturas de tobillo clasificadas como Weber B según los hallazgos tomográficos de acuerdo a la división por columnas del tobillo.

### Objetivos Específicos

Postular el concepto de las columnas del tobillo.

Describir las columnas comprometidas y el tipo de trazo.

Clasificar los patrones de las fracturas encontradas.

**Propósito**

Proponer el abordaje tomográfico por columnas como una herramienta en la evaluaciones de los TAC con fractura de tobillo.

### **Aspectos metodológicos**

**Tipo de estudio:** Estudio descriptivo.

**Población de referencia y muestra:** tomografías de tobillo con fracturas que se clasifique como Weber b según la clasificación de Weber.

#### **Criterios de inclusión:**

- Tomografías de tobillo.
- Pacientes mayores de 18 años.
- Fracturas recientes ( menor a 4 semanas)
- Fractura Weber B y compromiso o no de algún maléolo adicional.

#### **Criterios de exclusión:**

- Fracturas patológicas.
- Pacientes con artritis reumatoide o enfermedades autoinmunes.
- Fractura previa del tobillo.

**Tabla de variables**

Nombre	Def conceptual	Def operacional	Escala de medición	Tipo de variable
Columna Comprometida	Segmento del tercio distal de la tibia y peroné dividido según el corte axial de la tomografía	Segmento de la tibia o peroné que se encuentra comprometido por un trazo de fractura	Nominal	Categórica
Tipo de Compromiso	Trazo de fractura que afecta cada columna	Orientación y características del trazo de fractura	Nominal	Categórica
Mecanismo de lesión	Describe las fuerza defoliantes que actúan sobre un segmento específico del cuerpo.	La posición del pie y la fuerza que lo deforma al momento del trauma según la clasificación de Lauge-Hansen.	Nominal	Categórica
Clasificación	Lista o relación ordenada de cosas con arreglo a un criterio determinado	Tipo de fractura según la clasificación de Weber.	Nominal	Categórica

**Técnica de recolección de información:**

Se utilizaron las tomografías evaluadas en el trabajo descrito por el grupo de investigación en ciencias básicas y clínicas del sistema musculoesquelético.

**Materiales y métodos**

Se realizó un estudio descriptivo en donde se evaluaron 10 tomografías axiales computarizadas de tobillo de pacientes con fracturas a este nivel que consultaron a la fundación clínica bosque. Cada una de las fracturas fueron clasificadas según las clasificación de Weber y Lauge- Hansen y se les aplicaron las medidas tomográficas planteadas por este grupo de investigación en un estudio previo.

Se realizó una evaluación de cada tomografía estableciendo el compromiso o lesión según 4 columnas que se establecieron según los autores con propósitos del estudio así:

Columna del peroné: Maléolo peroneo.

Columna medial de la tibia: Maléolo medial de la tibia.

Columna posterior de la tibia: Región correspondiente al 50% posterior del pilón tibial

Columna anterior de la tibia: Región correspondiente al 50% anterior del pilón tibial.

Cuando existe un trazo de fractura que se extiende a una de estas columnas se considera que la columna se encuentra comprometida, se agruparon los resultados que fueran similares en cada TAC según los patrones de fractura en cada columna.

Esta información se recolectó en una base de datos y cada una de las fracturas se describió de una forma cualitativa según la columna comprometida y el tipo de trazo.

**Plan de análisis:**

Se evaluaron de forma cualitativa las tomografías de fracturas de tobillo clasificadas como Weber B, se aplicaron las mediciones tomográficas descritas por el grupo de investigación y se agruparon cada una de las topografías según los resultados similares en cada uno de estos; a partir de eso se evaluaron los tipos de compromiso según la columna que estuviera afectada.

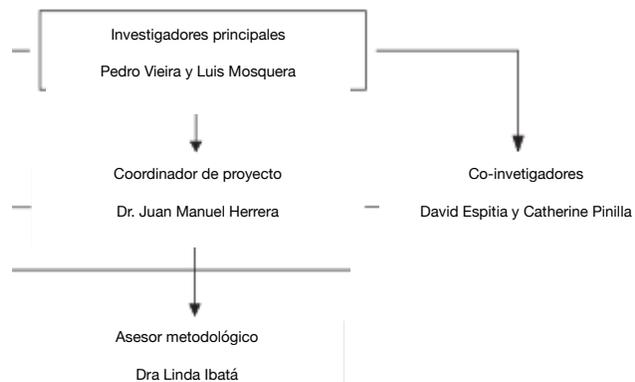
Esta información se recolectó en una base de datos y según el número de columnas comprometidas y el tipo de compromiso se establecieron los diferentes patrones.

### **Aspectos éticos**

El desarrollo del presente estudio se ajustará a los principios señalados en la Declaración de Helsinki de la Asociación Médica Mundial, Informe Belmont, Pautas CIOMS y la normativa Colombiana establecida por la Resolución 8430 de 1993 por la que se establecen las normas científicas, técnicas y administrativas para la investigación en salud y para este caso en particular, la protección de datos clínicos derivados del manejo de la historia clínica reglamentada por la Resolución 1995 de 1999 y la Ley Estatutaria de habeas data 1581 de 2012 por la cual se dictan las disposiciones generales para la protección de datos personales sancionada mediante la Ley 1581 de 2012 y reglamentada por el Decreto Nacional 1377 del 2013 que regula el manejo adecuado de datos sensibles.

De acuerdo con la resolución 8430 en el artículo 11, este estudio se considera sin riesgo debido a que emplea técnicas y métodos de investigación documental retrospectivos y aquellos en los que no se realiza ninguna intervención o modificación intencionada de las variables biológicas, fisiológicas, psicológicas o sociales de los individuos que participan en el estudio, entre los que se consideran: revisión de historias clínicas, entrevistas, cuestionarios y otros en los que no se le identifique ni se traten aspectos sensitivos de su conducta.

## Organigrama



### Cronograma

Actividad	Responsable	Duración en meses																	
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
Elaboración Protocolo	Investigadores principales	■	■	■															
Presentación comité ética	Investigadores principales				■	■													
Aprobación del protocolo	Investigadores principales						■	■											
Recolección TAC	Investigadores principales								■										
Medición de TAC y organización	Investigadores principales									■	■								
Descripción e interpretación de resultados	Investigadores principales											■	■						
Elaboración de manuscrito	Investigadores principales													■	■	■	■		
Presentación final	Investigadores principales																	■	■

### Presupuesto

<b>Personal</b>	Cantidad	Valor individual	Valor total
Inv. Principal	2	2.600.000	5.200.000
Co-autores	2	500.000	1.000.000
Coordinador	1	2.000.000	2.000.000
Asesor metodológico	1	2.000.000	2.000.000
<b>Total Personal</b>	<b>6</b>		<b>10.200.000</b>
<b>Papelería</b>	Cantidad	Valor individual	Valor total
Hojas	20	50	1000
Lapiceros	1	500	500
<b>Total Papelería</b>	<b>21</b>		<b>1500</b>
<b>Equipos</b>	Cantidad	Valor individual	Valor total
C. Portatiles	2	2.400.000	4.800.000
<b>Total Equipos</b>	<b>2</b>		<b>4.800.000</b>
<b>Total General</b>			<b>15.001.500</b>

### **Resultados**

De los 10 TAC analizados 9 corresponden a fracturas tipo B según la clasificación de weber y 1 fractura al tipo C. Según la clasificación de Lauge hansen 9 Tac corresponde al mecanismo de Supinación rotación externa y 1 al mecanismo de pronación rotación externa. El TAC de clasificación Weber c fue excluido para el análisis. Se definieron 4 columnas del tobillo que corresponde a cada uno de los maléolos que lo conforman y que se ven comprometidos en las fracturas con mecanismos rotacionales.

Columna del peroné: Maleolo peroneo.

Columna medial de la tibia: Maléolo medial de la tibia.

Columna posterior de la tibia: Región correspondiente al 50% posterior del pilón tibial

Columna anterior de la tibia: Región correspondiente al 50% anterior del pilón tibial.

Se encontraron 4 patrones diferentes de fractura correspondientes a fracturas tipo B según la clasificación de Weber.

Los TAC 1 y 3 corresponden a una fractura oblicua larga de la columna peronea, pueden tener o no una fractura cortical marginal de la columna posterior y no presentan lesión de la columna medial o anterior.

Los TAC 2 y 6 corresponden a una fractura transversa u oblicua corta en la columna peronea, fractura oblicua corta en la columna medial, fractura por avulsión en la columna anterior y una fractura posterolateral de la columna lateral.

Los TAC 4 y 9 corresponde a una fractura oblicua corta en la columna peronea, fractura transversa en la columna medial y una fractura de la columna posterior con extensión medial, no tiene compromiso de la columna anterior.

Los TAC 5, 7 y 8 corresponde a fractura oblicua corta o larga conminuta de la columna peronea, fractura transversa de la columna medial, fractura por avulsión de la columna posterior, no tiene compromiso de la columna anterior.

### **Discusión**

Hasta el momento no existe en la literatura una clasificación basada en tomografía axial computarizada de las fracturas del tobillo, es claro que la radiografía convencional aporta información para el diagnóstico de las lesiones sin embargo se estableció que la tomografía es necesaria para evaluar adecuadamente esta fractura articular y poder plantear un adecuado tratamiento y objetivos en la reducción con el fin de disminuir la incidencia de la limitación funcional por dolor o complicaciones como artrosis postraumática temprana.

Haragushi (32) y Bartonicek (37) en sus publicaciones determinaron que la adecuada evaluación de la fractura del maléolo posterior debe realizarse mediante tomografía y describen los patrones de fractura del maléolo posterior; esta es una aproximación a la necesidad de la tomografía como método ideal en la evaluación de este tipo de fractura articular, sin embargo se limitan a clasificar únicamente la fractura del maléolo posterior y no engloba el resto de las fracturas asociadas a esta, ya que pueden estar presentes otros segmentos, como lo son principalmente el maleolo peroneo y maleolo tibial medial.

Yi y colaboradores recientemente publicaron un estudio en donde se evaluaba mediante tomografía axial computarizada los patrones de fractura de maleolo posterior según el mecanismo de lesión de acuerdo a la clasificación de Lauge-Hansen, identificaron que el patrón de supinación rotación externa presenta fragmento del maléolo posterior con una configuración posterolateral mientras que aquellos con un mecanismo de pronación rotación externa presentaban un fragmento posteromedial o posterolateral de forma triangular. (38) Este último estudio contrasta con

nuestros hallazgos ya que los TAC evaluados todos corresponden a fracturas por supinación y rotación externa según la clasificación de Lauge - Hansen, sin embargo, se encontraron 3 patrones diferentes de fractura de la columna posterior y con fracturas asociadas de la columna peronea y la columna medial del tobillo.

El resultado de este estudio ratifica la complejidad de las lesiones alrededor del tobillo y se demuestra que para un mismo tipo de fractura según la clasificación de Weber y Lauge - Hansen se expone en este estudio 4 tipos distintos de patrones de fractura; esta complejidad y variabilidad en los trazos de fractura generan la necesidad e importancia de que exista una clasificación basada en la tomografía axial computarizada que agrupe los distintos patrones de fractura de tobillo y permita dar pautas para realizar un manejo integral y adecuado y así mismo, determinar el abordaje ideal y el método de fijación adecuado por sus lesiones asociadas.

### **Conclusiones**

Las fracturas de tobillo weber B tiene una variabilidad de patrones diferentes que pueden evaluarse de acuerdo la columna comprometida según la descripción del presente estudio que será de utilidad para plantear una clasificación que permita establecer un abordaje quirúrgico y fijación de dicha fractura.

### Referencias

1. Elsoe, R, Ostgaard SE, Larsen, P. Population-based epidemiology of 9767 ankle fractures. *Foot and Ankle Surgery* 2016;24(1):34-39.
2. Shibuya N, Davis ML, Jupiter DC. Epidemiology of foot and ankle fractures in the United States: an analysis of the National Trauma Data Bank (2007 to 2011). *J Foot Ankle Surg* 2014;53(5):606-608
3. Hernandez N, Alvarez G, Bravo F, Vieira JC, Reina EA, Herrera JM. Validación de la prueba de Romberg Modificada para la determinación del tiempo de propiocepción inconciente en adultos sanos. DOI: 10.1016/j.rccot.2017.11.001
4. Herrera JM, Leal CA, Holguin E, Lopez CA, Reyes OE. Manejo de fracturas de tobillo Weber B con placas antideslizantes. Herrera JM, Leal CA, Holguin E, Lopez CA, Reyes OE. *Revista de la Sociedad Colombiana de Cirugía Ortopédica y Traumatología* . Vol 22 No. 2, 2008.
5. Pelaez LL, Reina EA, Herrera JM. Revisión de Conceptos Actuales: Luxofracturas de Tobillo. *Revista Latinoamericana de Ortopedia y Traumatología*. Volumen 3 No. 2: 61-78
6. Espinoza SA, Reina EA, Herrera JM. Evaluación Objetiva de las Radiografías de Tobillo, como Patrón de Oro, en el Diagnóstico y Tratamiento de las Fracturas Webber B. 60

Congreso Nacional Sociedad Colombiana de Cirugía Ortopédica y Traumatología. Medellín - Colombia. Abril 19 de 2015

7. Pelaez LL, Reina EA, Reyes OE, Herrera JM. Resultados funcionales de la técnica con placa antideslizante frente a la técnica de placa lateral para el tratamiento quirúrgico de fracturas del maléolo externo de tipo Weber B y con un seguimiento a 5 años. Rev Colomb Ortop Traumatol. 2015;29(3):106-116.
8. Herrera JM. Artroplastia de Tobillo: Estado del Arte. (Parte I) Rev Colomb Ortop Traumatol 2008;22(4):247-260
9. Muñoz J, Guerrero L, Herrera JM. Normalización de medidas tomográficas en el tobillo sano. Estudio de Cohorte Transversal. 63 Congreso Nacional Sociedad Colombiana de Cirugía Ortopédica y Traumatología. Cartagena – Colombia, 23 de Mayo de 2018
10. Pelaez LL, Reina EA, Reyes OE, Herrera JM. Resultados funcionales de la técnica con placa antideslizante frente a la técnica de placa lateral para el tratamiento quirúrgico de fracturas del maléolo externo de tipo Weber B y con un seguimiento a 5 años. Rev Colomb Ortop Traumatol. 2015;29(3):106-116.
11. Themes U. Ankle Arthritis [Internet]. Musculoskeletal Key. 2016 [cited 24 September 2018]. Available from: <https://musculoskeletalkey.com/ankle-arthritis-2/>
12. Foot Arthritis Mann's Surgery of the Foot and Ankle, Elsevier, 9 Ed, 2013
13. Sung KH, Kwon S, Yun Y, Park MS, Lee KM, Lee SY, et al. Short-Term Outcomes and Influencing Factors After Ankle Fracture Surgery. The Journal of Foot and Ankle Surgery 2018 Aug 23

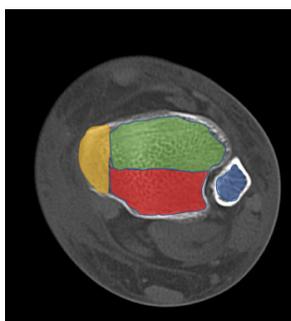
14. Weber BG, Simpson LA. Corrective lengthening osteotomy of the fibula. *Clin Orthop Relat Res* 1985 Oct;(199)(199):61-67.
15. Harper MC, Keller TS. A radiographic evaluation of the tibiofibular syndesmosis. *Foot Ankle* 1989 Dec;10(3):156-160
16. Loizou, Constantinos Louis Sudlow, Alexis Collins, Ruairaidh|Loveday, David|Smith, George. Radiological assessment of ankle syndesmotic reduction. *Foot, The* 2017;32:39-43
17. Warner, SJ, Garner MR, Fabricant PD, Helfet DL, Lorch DG, Schottel PC. The Measurement and Clinical Importance of Syndesmotic Reduction After Operative Fixation of Rotational Ankle Fractures. *Journal of Bone and Joint Surgery* 2015;97(23):1935-1944.
18. Zalavras C, Thordarson D. Ankle Syndesmotic Injury. *Journal of the American Academy of Orthopaedic Surgeons* 2007 Jun 1,;15(6):330-339.
19. Weening B, Bhandari M: Predictors of functional outcome following trans- syndesmotic screw fixation of ankle fractures. *J Orthop Trauma* 2005;19: 102-108
20. Leeds HC, Ehrlich MG: Instability of the distal tibiofibular syndesmosis after bimalleolar and trimalleolar ankle fractures. *J Bone Joint Surg Am* 1984; 66:490-503.
21. Pettrone FA, Gail M, Pee D, Fitzpatrick T, Van Herpe LB: Quantitative criteria for prediction of the results after displaced fracture of the ankle. *J Bone Joint Surg Am* 1983;65:667- 677
22. Chissell HR, Jones J: The influence of a diastasis screw on the outcome of Weber type-C ankle fractures. *J Bone Joint Surg Br* 1995;77:435-438

23. Ebraheim NA, Lu J, Yang H, Mekhail AO, Yeasting RA. Radiographic and CT evaluation of tibiofibular syndesmotic diastasis: a cadaver study. *Foot Ankle Int.* 1997;18:693–8
24. Chen, Y. and Li and Hao Dai, H. A reliable radiographic measurement for evaluation of normal distal tibiofibular syndesmosis: a multi-detector computed tomography study in adults. *Journal of Foot and Ankle Research*, 2015; 8, 32
25. Knops SP, Kohn MA, Hansen EN, Matityahu A, Marmor M. Rotational Malreduction of the Syndesmosis. *Foot & Ankle International* 2013 Oct;34(10):1403-1410
26. Gibson P, Bercik M, Ippolito J, Didesch J, Hwang J, Koury K, et al. The Role of Computed Tomography in Surgical Planning for Trimalleolar Fracture. A Survey of OTA Members. *Journal of Orthopaedic Trauma* 2017 Apr;31(4):e120.
27. Leung KH, Fang CX, Lau TW, Leung FK. Preoperative radiography versus computed tomography for surgical planning for ankle fractures. *Journal of orthopaedic surgery (Hong Kong)* 2016 Aug;24(2):158-162.
28. Black EM, Antoci V, Lee JT, Weaver MJ, Johnson AH, Susarla SM, Kwon JY. Role of preoperative computed tomography scans in operative planning for malleolar ankle fractures. *Foot Ankle Int* 34:697–704, 2013
29. Matthew J. Toth, Richard S. Yoon, Frank A. Liporace, Kenneth J. Koval. What's new in ankle fractures, *Injury, Int. J. Care Injured* 48 (2017) 2035–2041
30. Palamanovich. E, Brin Y, Kish B, Nyska M, Hetsroni I. Value of Early Postoperative Computed Tomography Assessment in Ankle Fractures Defining Joint Congruity and

Criticizing the Need for Early Revision Surgery; *The Journal of Foot & Ankle Surgery* 55 (2016) 465–469

31. Chen Y, Zhang K, Qiang M, Li H, Dai H. Comparison of plain radiography and CT in postoperative evaluation of ankle fractures. *Clinical Radiology* 2015;70(8):e82
32. Haraguchi N, Harayuma H, Toga H, Kato F. Pathoanatomy of posterior malleolar fractures of the ankle. *Journal of bone and joint surgery*. 2006; 88-A, 5.
33. Michelson JD. Ankle Fractures Resulting From Rotational Injuries. *Journal of the American Academy of Orthopaedic Surgeons* 2003 Nov 01;11(6):403-412.
34. Goost H, Wimmer MD, Barg A, Kabir K, Valderrabano V, Burger C. Fractures of the Ankle Joint. *Deutsches Ärzteblatt international* 2014 May 23.
35. Fonseca LLD, Nunes IG, Nogueira RR, Martins GEV, Mesencio AC, Kobata SI. Reproducibility of the Lauge-Hansen, Danis-Weber, and AO classifications for ankle fractures. *Revista brasileira de ortopedia (English ed.)* 2018 Jan;53(1):101-106
36. Rammelt S, Boszczyk A. Computed Tomography in the Diagnosis and Treatment of Ankle Fractures. *JBJS REVIEWS* 2018;6(12):e7.
37. Bartonicek J, Rammelt S, Tucek M. Posterior malleolar fractures: Changing concepts and recent developments. *Foot and Ankle clinics of North America*. 2017; 22, 125-145.
38. Yi Y, Chun D, Won S, Park S, Lee S, Cho J. Morphological characteristics of the posterior malleolar fragment according to ankle fracture patterns: a computed tomography-based study. *BMC musculoskeletal disorders*. 2018; 19, 51.

Anexos



- Verde: Columna anterior de la tibia
- Rojo: Columna Posterior de la tibia
- Amarillo: Columna medial de la tibia
- Azul: Columna del peroné

Figura 1. Representación de las 4 columnas

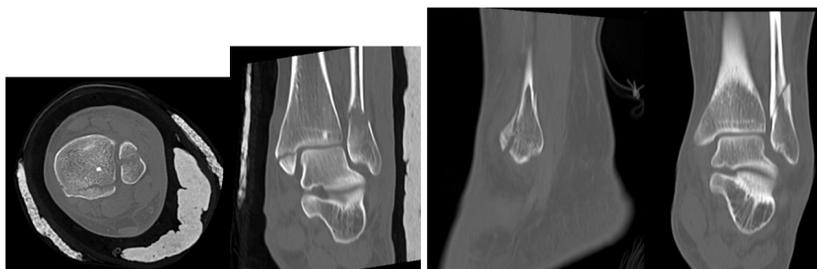


Figura 2: TAC 1 y 3

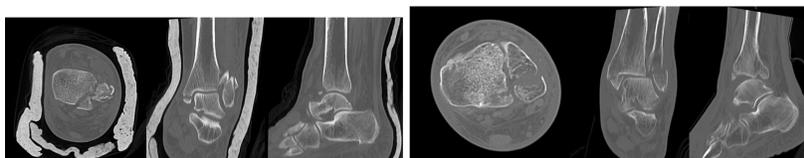


Figura 3: TAC 2 y 6

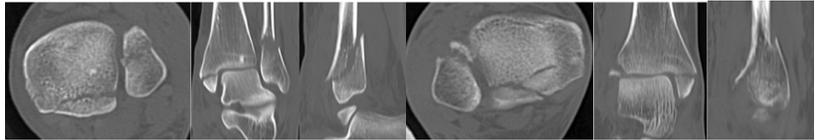


Figura 4: TAC 4 y 9

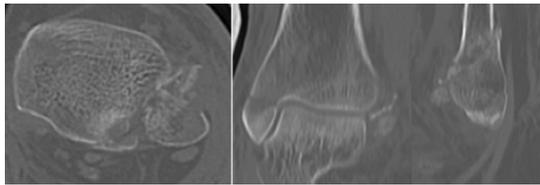
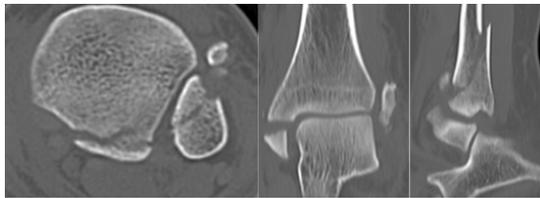
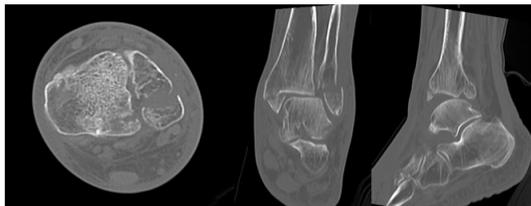


Figura 5: TAC 5,7 y 8

Tac	Columna Perone	Columna Medial	Columna anterior	Columna posterior	Clasificación Weber	Clasificación Lauge-Hansen	Sindesmosis o luxación
Tac 1:	Fractura oblicua larga plano sagital y coronal en el plano axial	-	-	Fractura por avulsion cortical en plano coronal	Weber B	SRE III	
Tac 2:	Fractura transversa cominuta en plano coronal	Fractura oblicua en el plano sagital.	Fractura por avulsion del L. TPAI	Fractura oblicua posterolateral maleolo posterior y cominucion	Weber B	SRE IV	
TAC 3	Fractura oblicua larga plano coronal avulsion anterior en perone distal	-	-	-	Weber B	SRE II	
Tac 4	Fractura oblicua larga plano coronal	Fractura transversa en el plano coronal	-	Fractura transversa compromiso medial	Weber B	SRE IV	
Tac 5	Fractura oblicua larga cominuta	Fractura transversa en el plano coronal	-	Fractura x avulsion posterolateral cominucion	Weber B	SRE IV	Lesion de sindesmosis y subluxacion
TAC 6	Fractura oblicua corta en plano coronal	Fractura oblicua corta plano sagital	Fractura por Avulsion	Fractura posterolateral	Weber B	SRE IV	Lesion de sindesmosis y subluxacion
Tac 7	Fractura cominuta con gran fragmento anterior	Fractura transversa	-	Fractura cominuta maleolo posterior	Weber B	SRE IV	
TAC 8	Fractura oblicua corta cominucion asociada	Fractura transversa medial	-	Fractura por avulsion pequeño fragmento cortical	Weber B	SRE IV	
TAC 9	Fractura oblicua larga en plano coronal y cominucion asociada	Fractura transversa maleolo medial	-	Fractura en plano coronal y cominuta y trazo longitudinal plano sagital con extension medial	Weber B	SRE IV	
Tac 10	Fractura transversa cominuta suprasindesmal	Fractura transversa extension posterior	Fractura por avulsion del L. TPAI	Fractura x avulsion posterolateral cominucion	Weber c	PRE IV	Lesion de sindesmosis

Tabla 1. Descripción de tomografías