

UNIVERSIDAD COMPLUTENSE DE MADRID
FACULTAD DE MEDICINA
DEPARTAMENTO DE CIRUGÍA



TESIS DOCTORAL

**Estudio radiológico de correlación del trazo de fractura del
maleolo interno con la lesión sindesmal en fracturas de tobillo**

MEMORIA PARA OPTAR AL GRADO DE DOCTOR

PRESENTADA POR

Enrique Javier Sánchez Morata

Directores

Luis Fernando Llanos Alcázar
José Carlos Martínez Ávila

Madrid, 2015

UNIVERSIDAD COMPLUTENSE DE MADRID
FACULTAD DE MEDICINA

DEPARTAMENTO DE CIRUGÍA



ESTUDIO RADIOLÓGICO DE LA CORRELACIÓN DEL TRAZO DE FRACTURA DEL MALEOLO INTERNO CON LA LESIÓN SINDESMAL EN FRACTURAS DE TOBILLO

Enrique Javier Sánchez Morata
Madrid, 2015

UNIVERSIDAD COMPLUTENSE DE MADRID
FACULTAD DE MEDICINA

DEPARTAMENTO DE CIRUGÍA



ESTUDIO RADIOLÓGICO DE LA CORRELACIÓN DEL TRAZO DE FRACTURA DEL MALEOLO INTERNO CON LA LESIÓN SINDESMAL EN FRACTURAS DE TOBILLO

AUTOR: Enrique Javier Sánchez Morata

DIRECTORES: Prof. Luis Fernando Llanos Alcázar

Prof. Jesús Vilà y Rico

Dr. José Carlos Martínez Ávila

Madrid, 2015

A mis padres, que me dieron todo.
Para Alba, Clara y Enrique porque todo sigue creciendo;
sin vosotros no hay nada.
Os quiero infinito.

■ Agradecimientos

Mi gratitud para todas aquellas personas sin cuya ayuda, este proyecto no habría sido posible.

Al Profesor L. Fernando Llanos Alcázar que tanto ha influido en mi desarrollo profesional desde que fuera tutor de mis primeros años de Residencia y Suficiencia Investigadora; por creer en mí desde el principio e insistir a lo largo de los años en que el proyecto merecía el esfuerzo; por su afecto, su infatigable motivación docente y su sabiduría, tienes mi admiración.

Al Profesor Jesús Vilà y Rico, el auténtico alma y corazón de este trabajo; por sus conocimientos, su disciplina y su dedicación marcando el camino a seguir; por su talento, por estar disponible en todo momento y tener siempre respuestas, haciéndome llegar cuando parecía que no llegaba, mi reconocimiento y alta estima.

Al Dr. Ing. J. Carlos Martínez Ávila, por su viva inteligencia y profesionalidad que hizo que comprendiera mis ideas al momento y las materializara aportando calidad y rigor científico; por su compromiso, por su implicación y por empeñarse en la excelencia, ha sido de gran fortuna tu ayuda presente y lo será la futura.

A mis residentes, los doctores Verónica Jiménez, Elena Vacas y Jaime Zorrilla por su esfuerzo y precisión durante la ardua tarea de recogida de datos; espero que el trabajo dé más frutos y poder compensaros.

A todos mis compañeros del Servicio de Traumatología y Cirugía Ortopédica del Hospital 12 de Octubre, especialmente a los doctores Álvaro Cortiñas y Yolanda Hernanz por sus ánimos y colaboración.

A Jesús Jiménez Valero, brillante profesional de la Informática, por su amistad y por dar lustre al texto con su magnífica maquetación y toque personal.

A los pacientes, que respondieron a mi llamada y colaboraron desinteresadamente.

A las secretarias Maite, Angelines y Chelo que me facilitaron las revisiones en consulta.

A la doctora Yolanda Revilla y los Técnicos en Radiodiagnóstico por organizar los controles radiológicos a pesar de la sobrecarga que supuso para su labor diaria.

A mi familia, por vuestro amor y por estar incondicionalmente a mi lado, este trabajo también os pertenece.

ÍNDICE DE ABREVIATURAS Y ACRÓNIMOS

AP: Anteroposterior.

ATPD: Articulación tibioperonea distal.

AUC: Área bajo la curva.

CIE9MC: Clasificación Internacional de Enfermedades novena modificación clínica.

Cols.: Colaboradores.

Ed.: Edición.

LIO: Ligamento interóseo.

LIT: Ligamento inferior transverso.

LTPAI: Ligamento tibioperoneo anteroinferior.

LTPPI: Ligamento tibioperoneo posteroinferior.

OR: Odds Ratio.

PABD: Pronación-Abducción.

PACS: Picture Archiving Communication System (Sistema de Archivo y Comunicación de Figuras).

PER: Pronación-Rotación Externa.

ReCal OIR: Reliability Calculation for Ordinal, Interval and Ratio.

RM: Resonancia Magnética.

ROC: Característica Operativa del Receptor.

SAD: Supinación-Aducción.

SER: Supinación-Rotación Externa.

TC: Tomografía Computerizada.

TF: Tibiofibular.

Índice

Agradecimientos	6
Índice de abreviaturas y acrónimos	9
Resumen	15
Introducción	15
Hipótesis y objetivos	17
Material y métodos	17
Resultados	19
Discusión	21
Conclusiones	24
Summary	29
Introduction	29
Hypothesis and objectives	30
Material and methods	31
Results	32
Discussion	35
Conclusions	37

Introducción	41
Hipótesis y objetivos. Justificación	73
Material y métodos	77
Resultados	97
A.-Datos y análisis descriptivo.....	98
B.- Análisis Predictivo.....	114
C.- Correlación entre espacio claro medial pre y postoperatorio.....	120
D.- Fiabilidad inter e intraobservador.....	121
Discusión	125
Conclusiones	151
Bibliografía	155
Anexo I	171
Hoja de información al paciente.....	171
Documento de consentimiento informado.....	174
Informe del Comité Ético.....	175
Anexo II	177
Formulario de recogida de datos.....	177

Resumen

Resumen

INTRODUCCIÓN

Anatomía y Biomecánica:

El complejo ligamentoso de la sindesmosis tibioperonea distal consta de: ligamento tibioperoneo anteroinferior (LTPAI), ligamento interóseo (LIO), membrana interósea, ligamento tibioperoneo posteroinferior (LTPPI) y ligamento inferior transversal (LIT).

Este complejo ligamentoso tiene como función mantener la integridad de la pinza o mortaja que la tibia y el peroné proporcionan al astrágalo, compensando las fuerzas rotacionales, de traslación y compresiones axiales que tienden a separar ambos huesos. Ogilvie y cols. demostraron que el LTPAI proporciona un 35% de estabilidad articular, el LTPPI contribuye en un 40% y el ligamento interóseo en un 21%¹⁹.

Clasificación de las fracturas de tobillo:

La clasificación de Denis-Weber es un sistema simple para catalogar las fracturas de tobillo con afectación del maleolo peroneo, tomando como referencia principal el nivel de la fractura del peroné en relación a la articulación del tobillo.

Divide las fracturas en 3 tipos: Tipo A o infrasindesmales, tipo B o transindesmales y tipo C o suprasindesmales.

La siguiente clasificación de fracturas de tobillo en orden de importancia fue descrita por Nils Lauge-Hansen. Su clasificación se basa en la posición del pie y en la dirección de la fuerza lesiva, quedando así 4 tipos que se dividen en subtipos: Supinación-aducción, supinación-rotación externa, pronación-abducción, pronación-rotación externa.

Diagnóstico de la lesión sindesmal:

Es de gran importancia reconocer las lesiones de la sindesmosis para establecer el tratamiento adecuado. Sin embargo, la lesión de la misma puede no ser aparente radiológicamente, de ahí que existan multitud de índices y pruebas clínicas para ponerla de manifiesto^{47,49}. Hay 4 medidas radiológicas de obligada realización: el espacio claro tibiofibular (que se considera normal si es menor de 5 mm ó 6 según Zalavras y Thordarson⁵⁹ y es poco dependiente de la calidad de la radiografía), el solapamiento tibiofibular, el espacio claro medial y el ángulo talocrural.

El tratamiento de las fracturas de tobillo, puede cambiar considerablemente según el estado de la sindesmosis. Sin embargo, la capacidad de determinar con certeza la presencia de dicha lesión es limitada y por eso, los datos objetivos que puedan ayudar a predecir o identificar daño sindesmótico en el preoperatorio son muy apreciados⁴⁷⁻⁵⁰.

Numerosos estudios recientes demuestran la dificultad para realizar el diagnóstico de lesión sindesmal sin la utilización de estudios caros como la RM o invasivos como la artroscopia⁷². Dada la dificultad del diagnóstico por los medios clásicos, es fundamental la evaluación intraoperatoria mediante pruebas de estrés de rutina para descubrir lesiones latentes encubiertas⁷⁶⁻⁸².

HIPÓTESIS Y OBJETIVOS

Como **objetivo principal**, este estudio trata de encontrar un modelo predictivo de lesión sindesmal, basado en la descripción de un ángulo formado por el trazo principal de la fractura del maleolo interno con una perpendicular a la línea de la superficie de carga del pión tibial, a partir del cual se debe sospechar lesión de la sindesmosis.

Como objetivos secundarios, se encuentra el de evaluar la utilidad de la clasificación de Lauge-Hansen. Además, se buscan diferencias en los resultados en cuanto a desarrollo de artrosis postraumática del tobillo lesionado para el grupo en el que estuvo presente la lesión sindesmal respecto al grupo que no sufrió dicha lesión.

La **hipótesis principal** que se pretende demostrar, sería por tanto, que los trazos de fractura de maleolo interno con mayor verticalidad tienen menor probabilidad de asociar lesión de la sindesmosis.

MATERIAL Y MÉTODOS

Se han localizado todos los números de historia de pacientes atendidos por el servicio de Traumatología en el Hospital 12 de Octubre (Madrid) entre el 1-1-2011 y el 31-3-2014, obteniendo 651 fracturas de las cuales 138 presentaban fractura del maléolo interno.

De cada uno, se han obtenido las siguientes mediciones radiológicas: tipo de lesión según Lauge-Hansen, número de maléolos afectados, medida del ángulo talocrural, ratio tibiofibular anteroposterior, presencia o ausencia de superposición de colículos del maléolo interno con el

peroneo, espacio claro tibiofibular, solapamiento tibiofibular, ángulo de inclinación astragalina, línea de Shenton continua o discontinua, espacio claro medial y ángulo principal a estudio. Para analizar el ángulo principal, descrito para esta Tesis Doctoral, se debe obtener una línea perpendicular a la superficie articular tibial (del mismo modo que para el primer paso de la medición del ángulo talocrural); una vez hecho esto, se traza una línea entre el punto más medial y más lateral del trazo de fractura del maléolo interno en el origen tibial. El ángulo a estudio es el formado por esta línea y la perpendicular a la superficie articular tibial, y estará comprendido en un arco de valores posibles entre 0° y 180° .

Se ha considerado lesión sindesmótica presente en todos los registros con prueba de estrés intraoperatoria positiva o con material quirúrgico para reparar dicha lesión y también, independientemente de lo anterior, en aquellos con medida del espacio tibiofibular mayor de 6 mm.

Para eliminar la posibilidad de falsos positivos por variaciones anatómicas interpersonales, en la segunda fase del estudio se solicitó nueva radiografía a los enfermos con lesión sindesmal de forma que se pudiera comparar el tobillo sano con el afectado. Se consiguió la colaboración de 35 de los 40 casos con presencia de lesión sindesmal. En cada radiografía anteroposterior bilateral en carga, se obtuvo la medida del espacio claro tibiofibular del tobillo afectado y del tobillo sano. También se registraron de nuevo, el espacio claro medial y el ángulo de inclinación astragalina puesto que son parámetros que pueden traducir artrosis precoz de tobillo y que no están incluidos en el sistema de clasificación por grados de van Dijk⁸⁶.

Con objeto de obtener la fiabilidad inter e intraobservador y la reproducibilidad de la medición, cada investigador, vuelve a medir el ángulo a estudio en los sujetos con lesión sindesmótica en los casos en que hizo la medición inicial y las de los otros investigadores; estos datos

fueron procesados para su análisis con la herramienta informática ReCal OIR, que calcula el coeficiente alpha de Krippendorff para 2 ó más codificadores.

Los métodos estadísticos utilizados son: regresión logística, análisis discriminante y una regla clínica *ad hoc* que han sido probados mediante validación cruzada^{87, 90}.

RESULTADOS

Análisis Descriptivo:

El tiempo medio de seguimiento fue de 950,5 días (2,6 años), con un mínimo de 379 (1 año y 14 días).

Se recogieron un total de 23 fracturas clasificadas como PABD, que suponen un 16,7% del total de 138 fracturas, 16 fracturas tipo PER (11,6%), 9 SAD (6,5%) y 90 SER (65,2%). En cuanto al ángulo a estudio categorizado, 6 fracturas con trazos verticales del maléolo medial (0-20°: 4,3%), 44 oblicuas (21-80°: 31,9%), 48 trasversas (81-95°: 34,8%) y 40 avulsiones ($\geq 96^\circ$: 29%).

Se encontraron 98 fracturas de tobillo sin lesión sindesmal asociada (71%), y 40 (29%) con lesión sindesmal documentada por los métodos descritos en el capítulo anterior.

El ángulo principal a estudio, arrojó unas medidas de 88° de mediana y 83,1° de media en el grupo de 98 pacientes sin lesión sindesmal, mientras que en el grupo de 40 pacientes con lesión sindesmal la mediana fue de 86,5° y la media de 88,5°. Estas diferencias no se consideran esta-

dísticamente significativas ($p=0,75$), aunque se observan valores mínimos de 0° (máxima verticalidad del ángulo) en el grupo sin lesión sindesmal y de 60° en el grupo con lesión sindesmal.

Para el espacio claro tibiofibular, la mediana y media del grupo sin lesión sindesmal coinciden en 3,7 mm, siendo estas para el grupo con lesión de 5,5 y 5,8 mm respectivamente. La medida mínima para ambos grupos es similar (1,6 frente a 1,7), pero los valores máximos están muy distanciados: 6 mm de espacio claro tibiofibular máximo en el grupo sin lesión sindesmal, que fue el punto de corte establecido por encima del cual se establecía el diagnóstico de la lesión, frente a 15,6 mm para el grupo lesionado. Estas diferencias se muestran como estadísticamente significativas ($p<0,01$).

Otras variables con significación estadística de la diferencia entre los grupos fueron el espacio claro medial y el ángulo de inclinación astragalina preoperatorios. Mientras que la mediana de la medida del espacio claro medial se situó en el límite alto de la consideración patológica (4mm) en el grupo sin lesión sindesmal, entre los pacientes con lesión fue de 5,8 mm. La mediana de la inclinación talar fue de 1° en el grupo sin lesión y de 2° en los no lesionados (límite alto de la consideración patológica).

Entre los 35 pacientes con lesión sindesmal que completaron el seguimiento y de los que se obtuvo radiografía final en carga, el espacio claro medial que se midió en esa radiografía presentaba diferencias significativas ($p<0,05$) según el grado de van Dijk por el que se clasificaron. Los pacientes con van Dijk 0, presentaron una mediana de este espacio de 4,7 mm con media 4,5. En los clasificados como van Dijk I este espacio se reduce hasta 3,8 mm de mediana y media, para volver a 4 mm de mediana y 4,1 mm de media en los 16 pacientes van Dijk II y caer hasta 0,5 mm de espacio claro medial por destrucción articular en el grado más alto, esto es van Dijk III.

Análisis Predictivo:

Tras una selección de variables se llega al mejor modelo posible, resultando significativas las variables ángulo, espacio claro tibiofibular y tipo de lesión según Lauge-Hansen; se prueba con validación cruzada, obteniendo que la media del porcentaje de pacientes correctamente clasificados es de 0,88 (88%) con una desviación estándar 0,044.

Análisis Discriminante:

Se buscó otro modelo alternativo más sencillo e intuitivo, basado exclusivamente en la influencia del ángulo y el espacio claro tibiofibular. También con validación cruzada, se obtuvo que la media del porcentaje de pacientes correctamente clasificados mediante análisis discriminante es 0,84 (84%) con una desviación estándar 0,046.

La fiabilidad inter e intraobservador y la reproducibilidad de la medición del ángulo principal a estudio, se calcula el coeficiente alpha de Krippendorff para 2 ó más codificadores: Fiabilidad interobservador: 0,886; intraobservador 1: 0,909; intraobservador 2: 0,96; intraobservador 3: 0,99; intraobservador 4: 0,91.

DISCUSIÓN

Las lesiones de la sindesmosis tibiofibular distal pueden aparecer aisladas o en el contexto de una fractura de tobillo. Cuando todos sus componentes anatómicos, descritos en el apartado Introducción, se encuentran dañados y son incompetentes, nos encontramos ante una lesión franca que se traduce en una diástasis visible en las radiografías simples de tobillo en proyecciones AP o de mortaja y que no plantea dudas diagnósticas. Sin embargo, las variaciones sutiles

en la anchura o posición sindesmótica, no son fácilmente detectables, pero indican una lesión latente.

Existen multitud de parámetros descritos como indicadores de integridad y estabilidad sindesmótica en las radiografías simples, ampliamente explicados previamente en este texto, pero la mayoría de autores coinciden en señalar que su utilidad es limitada debido a la baja reproducibilidad de la técnica radiológica, las variaciones anatómicas interpersonales y la variabilidad del registro intra e interobservador.

Dada la importancia del problema, se piensa que sería posible y de utilidad científica tratar de relacionar el tipo de trazo fracturario del maléolo interno con la lesión sindesmal y se plantea el objetivo de encontrar un modelo basado en ello que facilite el diagnóstico de sospecha de la lesión sutil o latente.

En otras palabras, el objetivo se cumple si se puede demostrar que los trazos de fractura del maléolo interno con mayor horizontalidad facilitan la existencia de lesión sindesmal, o lo que es lo mismo, que los trazos más verticales son factor protector sobre la aparición de dicha lesión; y así aparece la hipótesis principal.

El principal hallazgo que se desprende de esta investigación es el de la obtención de un modelo que puede predecir la lesión sindesmótica utilizando parámetros obtenidos de la radiografía simple preoperatoria con una media de porcentaje de pacientes correctamente clasificados del 88% con una desviación estándar menor de 0,05 (0,044), como se expone en el apartado de resultados y se busca como objetivo principal.

Un segundo modelo propuesto conduce también a una media de 84% de clasificaciones correctas y un tercero de 86%.

Estos modelos se basan en el ángulo principal a estudio descrito para esta Tesis, cuya denominación propuesta es la de ángulo crurofocal medial, puesto que relaciona la inclinación del foco medial con el eje crural, de forma similar a como el ángulo talocrural relaciona dicho eje crural con la inclinación del compartimento talar.

La validación de los modelos y la ausencia de valores menores de 60° del ángulo crurofocal medial en los casos con lesión presente, conducen a confirmar la hipótesis y ver cumplido el objetivo principal. También se plantearon como objetivos secundarios, encontrar las inclinaciones del ángulo crurofocal de fractura maleolar medial y evaluar la utilidad de la clasificación de Lauge-Hansen, puesta en entredicho en los últimos años. El hecho de estar incluida dicha clasificación en uno de los modelos desarrollados que muestran validez y capacidad predictiva, respalda el valor que sigue manteniendo aún en la práctica diaria. Además, se ha encontrado correlación estadísticamente significativa entre la medida del ángulo crurofocal medial y el tipo de fractura según la clasificación Lauge-Hansen (tabla 4 capítulo resultados), lo cual es de gran valor para este trabajo.

Esta investigación puede compararse en términos metodológicos a multitud de estudios previos, si bien sólo existe una referencia que busca asociar la morfología de la fractura del maleolo interno al daño de la sindesmosis⁹³.

Como línea de investigación futura, se propone el diseño de estudios, para obtener en el preoperatorio el valor de las mediciones del ángulo crurofocal medial, espacio claro tibiofibular y clasificación de Lauge-Hansen. Tras aplicar los modelos predictivos de lesión, se clasificará a

los pacientes en las categorías lesión sindesmal presente o ausente y durante la cirugía que será llevada a cabo por un cirujano miembro del equipo investigador pero no será conocedor del grupo en que ha sido clasificado el enfermo, se comprobará mediante visión directa o aplicación de pruebas de estrés, la existencia de lesión sindesmal real.

Recapitulando, se otorga relevancia a los resultados obtenidos pues pueden tener utilidad para la práctica clínica y la investigación futura sobre este tema, la sindesmosis tibioperonea, que se encuentra en auge, genera gran controversia y multitud de publicaciones mensuales y preocupa de forma creciente a la comunidad ortopédica.

El estudio que se presenta, tiene como debilidades la limitación del tamaño muestral y su carácter retrospectivo; pero sus fortalezas estriban en un trabajo estadístico de calidad que suple las limitaciones con sistemas de validación contrastados, para aportar una nueva herramienta, el ángulo crurofocal medial, cuya reproducibilidad intra e interobservador se demuestran, que puede incluirse en modelos predictivos útiles en el diagnóstico de sospecha de la lesión sindesmal latente.

CONCLUSIONES

1. Se obtienen tres modelos que pueden predecir la lesión sindesmótica utilizando parámetros obtenidos de la radiografía simple preoperatoria, y además son validados. La medición del ángulo crurofocal medial, se incluye en estos modelos y demuestra ser una técnica válida y reproducible.

2. La validación de los modelos y la ausencia de valores menores de 60° del ángulo cruofocal medial en los casos con lesión sindesmal presente, conducen a confirmar la hipótesis y ver cumplido el objetivo principal.
3. Se ha encontrado relación significativa entre la medida del ángulo cruofocal medial y el tipo de fractura según Lauge-Hansen; incluida dicha clasificación en uno de los modelos desarrollados que muestran validez y capacidad predictiva, se confirma el valor que sigue manteniendo aún en la práctica diaria.
4. Se establece relación estadísticamente significativa entre la presencia de lesión sindesmal y el desarrollo de artrosis postraumática, y entre esta y la medida del espacio claro medial postoperatorio.

Summary

Summary

INTRODUCTION

Anatomy and Biomechanics:

The ligament complex of the distal tibiofibular syndesmosis consists of: anterior tibiofibular ligament (AITFL), interosseous ligament (IOL), interosseous membrane, posterior tibiofibular ligament (PITFL) and lower transverse ligament(ITL).

This ligament complex has the function of maintaining the integrity of the tibiofibular joint that provide tibia and fibula to the talus, compensating for rotational forces, translational and axial thrusts which tend to separate both bones. Ogilvie and cols. demonstrated that AITFL provides 35% of joint stability, the PITFL contributes 40% and interosseous ligament 21%¹⁹.

Classification of ankle fractures:

The classification of Denis-Weber is a simple system to classify ankle fractures with involvement of the fibular malleolus, taking as main reference the level of the fibular fracture relative to the ankle joint. Divides the fractures into 3 types: Type A or infrasyndesmotic, type B or transyndesmotic and type C or suprasyndesmotics.

The following classification of ankle fractures in order of importance was described by Nils Lauge-Hansen. His classification is based on the position of the foot and in the direction of the damaging force, thus being 4 types which are divided into subtypes: supination-adduction, supination-external rotation, pronation-abduction, pronation-external rotation.

Diagnosis of syndesmotic injury:

It is important to recognize the syndesmotic injuries in order to determine the appropriate treatment. However, the injury may not be apparent radiographically, hence there are many indexes and clinical trials to demonstrate ^{47,49}. There are 4 radiological highlight measures: the tibiofibular clear space (which is considered normal if it's less than 5 or 6 mm as Zalavras and Thordarson ⁵⁹ showed and is less dependent on the quality of the X-ray), the tibiofibular overlap, the medial clear space and the talocrural angle.

The treatment of ankle fractures, may change considerably depending on the state of the syndesmosis. However, the ability to determine with certainty the presence of the lesion is limited and therefore, the objective data that may help to predict or identify preoperative syndesmotic damage are very appreciated ⁴⁷⁻⁵⁰.

Numerous recent studies show the difficulty in making the diagnosis of syndesmotic injury without the use of expensive studies such as MRI or invasive as arthroscopy ⁷². Because of the difficulty of diagnosis by conventional means, it is really important intraoperative assessment by routine stress tests to discover latent injuries ⁷⁶⁻⁸².

HYPOTHESIS AND OBJECTIVES

The main objective of this study is to create a predictive model to assess the syndesmotic injury based on the description of an original angle formed by the main line of the fracture of the medial malleolus with a perpendicular line to the bearing surface of the tibial plafond from which should be suspected syndesmotic injury.

Secondary objectives are to assess the usefulness of the Lauge-Hansen classification; in addition, differences in outcomes in terms of development of posttraumatic osteoarthritis of the injured ankle for the group that had positive syndesmotic injury compared to the group that did not suffer the injury have been sought.

The main hypothesis to be demonstrated, is that vertical fracture lines of internal malleolus are less likely to associate syndesmotic injury.

MATERIAL AND METHODS

We have identified all record number of patients treated by the Traumatology Department of the University Hospital 12 de Octubre de Madrid, between 1/1/2011 and 3/31/2014, obtaining 651 of which, 138 fractures which had medial malleolus fracture.

In each, were obtained the following radiological measurements: type of injury according to Lauge-Hansen, number of affected malleolus, talocrural angle measurement, anteroposterior tibiofibular ratio, presence or absence of overlapping the medial malleolus to the fibula, clear tibiofibular space, tibiofibular overlap, talar tilt angle, continuous or discontinuous Shenton, line, medial clear space to study and the main study angle. To analyze the main angle, described for this Thesis, obtain a line perpendicular to the tibial articular surface (the same way as for the first step of measuring the talocrural angle); once this line is done, a line between the side of the fracture of the medial malleolus on the medial tibial origin plus point and plotted. The study angle is the angle formed by this line and the perpendicular to the tibial articular surface, and will be comprised in a range of possible values between 0 ° and 180 °.

We have considered this syndesmotic injury in all records with positive intraoperative stress test or surgical devices to repair the injury and regardless of the foregoing, those with greater tibiofibular space measuring 6 mm.

To eliminate the possibility of false positive for interpersonal anatomical variations in the second phase of the study, a new X-ray was requested from patients with syndesmotic injury so that we could compare with the uninjured affected. The collaboration of 35 of the 40 cases with presence of syndesmotic injury was achieved. In each bilateral anteroposterior ankle radiograph, tibiofibular clear space measurement of the unaffected ankle was obtained. There were also registered, the medial clear space and talar tilt angle since they are parameters that can translate early osteoarthritis of ankle and are not included in van Dijk rating system.

In order to obtain the inter and intraobserver reliability and reproducibility of the measurement, each researcher, measured again the main angle in subjects with syndesmotic injury. These data were processed for analysis with the software tool RECAL OIR, which calculates the alpha Krippendorff coefficient for two or more encoders.

The statistical methods used are: logistic regression, discriminant analysis and a clinical rule ad hoc that have been tested by cross validation.

RESULTS

Descriptive Analysis:

The mean follow-up was 950.5 days (2.6 years), with a minimum of 379 (1 year and 14 days).

A total of 23 fractures classified as PABD representing 16.7% of the total of 138 fractures, 16 fractures type PER (11.6%), 9 SAD (6.5%) and 90 SER (65.2 %) were collected. For the categorized main angle, 6 fractures with vertical lines of the medial malleolus (0-20°: 4.3%), 44 oblique (21-80°: 31.9%), 48 trasverse (81-95°: 34.8 %) and 40 avulsions ($\geq 96^\circ$: 29%).

98 ankle fractures were found without syndesmotic associated injury (71%), and 40 (29%) with syndesmotic injury documented by the described methods in the previous chapter.

The main studied angle measures 88 ° median and 83,1° on average in the group of 98 patients without syndesmotic injury while in the group of 40 patients with injury syndesmotic median of 86,5° and mean of 88,5°. These differences are not considered statistically significant ($p = 0.75$), although minimum values of 0 ° (maximum vertical angle) in the group without syndesmotic injury and 60° in the syndesmotic group injury were observed.

For the tibiofibular clear space, median and average group without syndesmotic injury were 3.7 mm, these being the group with injury for 5.5 and 5.8 mm respectively. The minimum requirement is similar for both groups (1.6 vs. 1.7), but the maximum values are far apart: 6 mm maximum tibiofibular clear space in the group without syndesmotic injury, which was the limit established above which diagnosing lesion, compared to 15.6 mm for the injured group was established. These differences were shown as statistically significant ($p < 0.01$).

Other variables with statistically significant difference between the groups were the medial clear space and preoperative talar tilt angle. While the median extent of the medial clear space was at the upper limit of the pathological consideration (4mm) in the group without syndesmotic injury, including injury patients was 5.8 mm. Median talar tilt was 1° in the group without lesion and 2° in the uninjured (upper limit of the pathological consideration).

Among the 35 patients who completed syndesmotic injury monitoring and that final radiograph was obtained in load, the medial clear space was measured in the X-ray showed significant differences ($p < 0.05$) following the van Dijk classification. Patients with van Dijk grade 0, had a median of this space of 4.7 mm with mean 4.5. In those classified as van Dijk grade I this space is reduced to 3.8 mm of median and mean, to return to 4 mm and 4.1 mm median average in the 16 patients van Dijk grade II and fall to 0.5 mm medial clear space for joint destruction in the highest degree, this is van Dijk grade III.

Predictive Analysis:

After a selection of variables we get the best possible model, resulting significant variables main angle, tibiofibular clear space and type of injury as Lauge-Hansen; is tested by cross validation, obtaining the mean percentage of correctly classified patients was 0.88 (88%) with a standard deviation 0.044.

Discriminant analysis:

A more simple and intuitive alternative model was sought, based solely on the influence of the main angle and the tibiofibular clear space. Also with cross-validation, it was found that the mean percentage of patients correctly classified by discriminant analysis is 0.84 (84%) with a standard deviation 0.046.

The inter and intraobserver reliability and reproducibility of the measurement of the principal to study angle Krippendorff's alpha coefficient for 2 or more encoders are calculated: Inter-observer reliability: 0.886; intraobserver 1: 0.909; intraobserver 2: 0.96; intraobserver 3: 0.99; intraobserver 4: 0.91.

DISCUSSION

Injuries to the distal tibiofibular syndesmosis can occur in isolation or in the context of an ankle fracture. When all anatomical components, described in the Introduction section, are damaged and are incompetent, we have a significant injury that results in a visible diastasis on plain radiographs in AP ankle or mortise projections and no diagnostic doubts exists. However, subtle variations in the width or position in syndesmosis are not readily detectable, but indicate a subtle injury.

There are many parameters described as indicators of integrity and syndesmotoc stability on plain radiographs, widely explained in this text, but most authors agree that their usefulness is limited because of the poor reproducibility of radiological technique, anatomical variations interpersonal and intra- and interobserver variability registration.

Given the importance of the problem it is thought to be possible to relate the type of fracture line of the medial malleolus and syndesmotoc lesion with the aim of finding a system based on this model to facilitate the diagnosis of suspected injury.

In other words, the goal is met if it can be shown that the horizontal fracture lines of the medial malleolus facilitate the existence of injury, or what is the same, that the vertical lines are protective factor on the occurrence of such injury; and so the main hypothesis appears.

The main finding that emerges from this research is to obtain a model that can predict the syndesmotoc injury using parameters obtained from preoperative plain radiographs with a mean percentage of patients correctly classified 88% with a standard deviation 0.044, as discussed in the previous section and was our main objective. A second proposed model also leads to correct classifications of 86%.

These models are based on the main angle described in this thesis, whose proposed name is the medial crurofocal angle.

The validation of the models and the absence of lower values of 60° for the medial crurofocal angle in cases of injury present, lead to confirm the hypotheses and see fulfilled the main objective. They were also raised as secondary endpoints, to evaluate the usefulness of the Lauge-Hansen questioned in recent years. Being included this classification in one of the developed models showing validity and predictive capacity, supports the value that is still keeping in daily practice. Also found statistically significant relation between the extent of medial crurofocal angle and the type of fracture according to Lauge-Hansen (Table 4 chapter results) classification, which is of great value to this work.

This research is comparable in methodological terms to many previous studies, although there is only a reference that seeks to associate the morphology of the fracture of the medial malleolus and syndesmotic damage.

As a future line of research, study design is proposed for preoperative value measurements of crurofocal medial angle, tibiofibular clear space and Lauge-Hansen. After applying the predictive models of injury, patients will be classified in syndesmotic lesion present or absent categories and during surgery to be carried out by a member surgeon of the research shall be verified by direct vision or applying stress tests, the existence of syndesmotic injury.

To recap, relevance of the results obtained is given as may be useful for clinical practice and future research on this topic, the tibiofibular syndesmosis, which is booming, generated much controversy and many monthly publications and increasingly concerned about the orthopedic community.

The study presented, is limited by sample size and retrospective design; but its strengths lie in a statistical quality work that meets the constraints contrasted validation systems, to provide a new tool, the medial crurofocal angle, the intraobserver and interobserver reproducibility are shown, which can be included in predictive models useful in diagnosing syndesmotoc suspected subtle injury.

CONCLUSIONS

1. Three models that can predict the syndesmotoc injury using parameters obtained from preoperative plain radiographs are obtained, and they are validated. Crurofocal medial angle measurement, is included in these models and shows to be a valid and reproducible technique.
2. The validation of the models and the absence of lower values than 60° for the medial crurofocal angle in syndesmotoc injury cases, this lead to confirm the hypotheses and see fulfilled the main objective.
3. Significant relationship was found between the measured crurofocal angle and the medial fracture type according to Lauge-Hansen; as we included this classification in one of the developed models showing validity and predictive capacity, its value in daily practice is confirmed.
4. Statistically significant relationship between the presence of syndesmotoc injury and development of post-traumatic osteoarthritis is established, and between it and the measure of the medial clear space postoperatively.

Introducción

Introducción

La sindesmosis (del griego *syndesmos* cuyo significado es ligamento y sufijo *-osis* traducible como condición) tibioperonea distal, es una articulación fibrosa, con complejas características anatómicas, crucial para la estabilidad y funcionalidad del complejo tibioperoneoastragalino.

Una **definición** sencilla de fractura de tobillo, es la referente a la solución de continuidad ósea a nivel de los maléolos medial, lateral o posterior aisladas o en conjunción, dando como resultados posibles y por sus características anatómicas fracturas uni, bi o trimaleolares, además de poder ser intra o extraarticulares.

Epidemiológicamente, las fracturas de tobillo han aumentado de forma progresiva desde la década de los sesenta, y en la actualidad se estima que corresponden aproximadamente a un 9-10% del total de pacientes con fracturas admitidos en servicios de urgencias, aceptándose una incidencia anual de 187 casos por cada 100.000 habitantes^{1,3,9}; es por ello que el diagnóstico y tratamiento de esta patología representa un problema de salud pública así como un reto para el traumatólogo, siendo a menudo motivo de controversia^{10,14,15}.

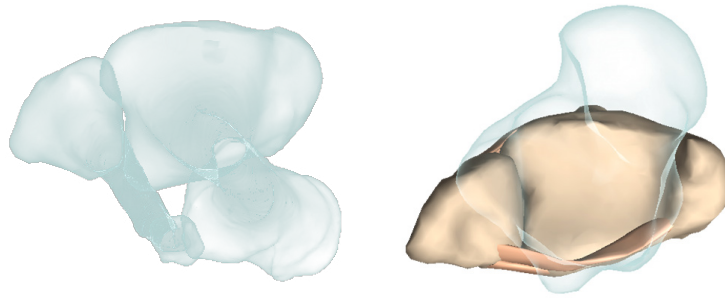
Entre los mecanismos lesivos encontramos tanto los de alta (precipitados de altura, accidentes de tráfico y deportivos), como los de baja energía (torceduras, contusiones, caídas), en definitiva, cualquier situación en la que se produzca principalmente una hiperdorsiflexión con rotación externa del tobillo. Los más afectados son los deportistas jóvenes y las mujeres de edad media con sobrepeso^{3,12,13,16,50}.

En el conjunto de lesiones que afectan la articulación del tobillo pueden resultar dañadas no solamente las estructuras óseas, sino también los tejidos blandos que aportan estabilidad articular^{2,4}; de estos elementos los más importantes son el complejo ligamentoso que constituye la sindesmosis tibioperonea y el ligamento deltoideo^{5-8,11,17}.

Para los textos clásicos, las lesiones de la Articulación Tibioperonea Distal (ATPD) representan aproximadamente el 1% de las lesiones ligamentosas aisladas del tobillo², aunque su incidencia real es difícil de determinar, puesto que muchas de ellas pueden pasar desapercibidas^{4,7}. Autores como Court-Brown y cols., publican en su estudio realizado en 1998 que, la cifra de inestabilidad sindesmótica ocurre en más del 10% de las fracturas de tobillo, lesión a la que consideran un problema en ascenso en la población adulta y la mayoría de estudios recientes, coinciden en publicar que las lesiones sindesmóticas constituyen entre el 1 y el 18% de todos los diagnósticos de esguince de tobillo, aumentando la incidencia entre la población que practica deportes con regularidad hasta el 12 a 32%^{3,9}.

Anatomía

En el aspecto osteológico, la articulación está formada por una superficie articular convexa del peroné en su porción medial y distal, que coapta con la escotadura peroneal cóncava que presenta la tibia distal en su cara lateral (Figs. 1 y 2).



Figuras 1 y 2. Visión caudal de la articulación tibioperoneoastragalina con transparencia del astrágalo para observar la relación cóncavo-convexa entre tibia y peroné.

El complejo ligamentoso de la sindesmosis tibioperonea distal consta de:

- *Ligamento tibioperoneo anteroinferior (LTPAI)*, que se origina en el tubérculo anterolateral de la tibia (de Chaput) insertándose en el tubérculo anterior del peroné (de Wagstaffe). En la mayoría de individuos, este ligamento presenta 4 fascículos y sólo en un 10-15% se divide en 3. Las fibras de este ligamento se disponen de forma oblicua desde proximal y medial a distal y lateral, siendo por tanto el más largo el fascículo distal e inferior (Fig.3).

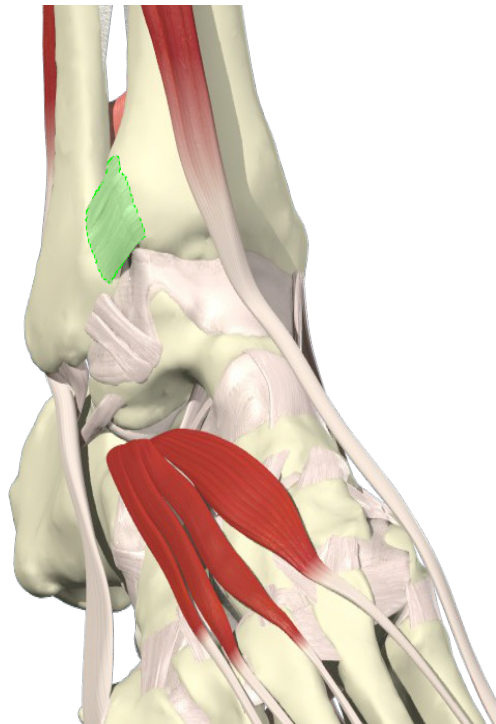


Figura 3. Ligamento TPAI (marcado en verde)

- *Ligamento interóseo (LIO)*, representa la porción distal engrosada de la membrana interósea. Se origina en la cara interna del peroné distal y se inserta en la superficie lateral de la tibia distal (Fig.4). Tiene propiedades elásticas que le permiten actuar como un resorte durante los movimientos de flexión dorsal del tobillo.

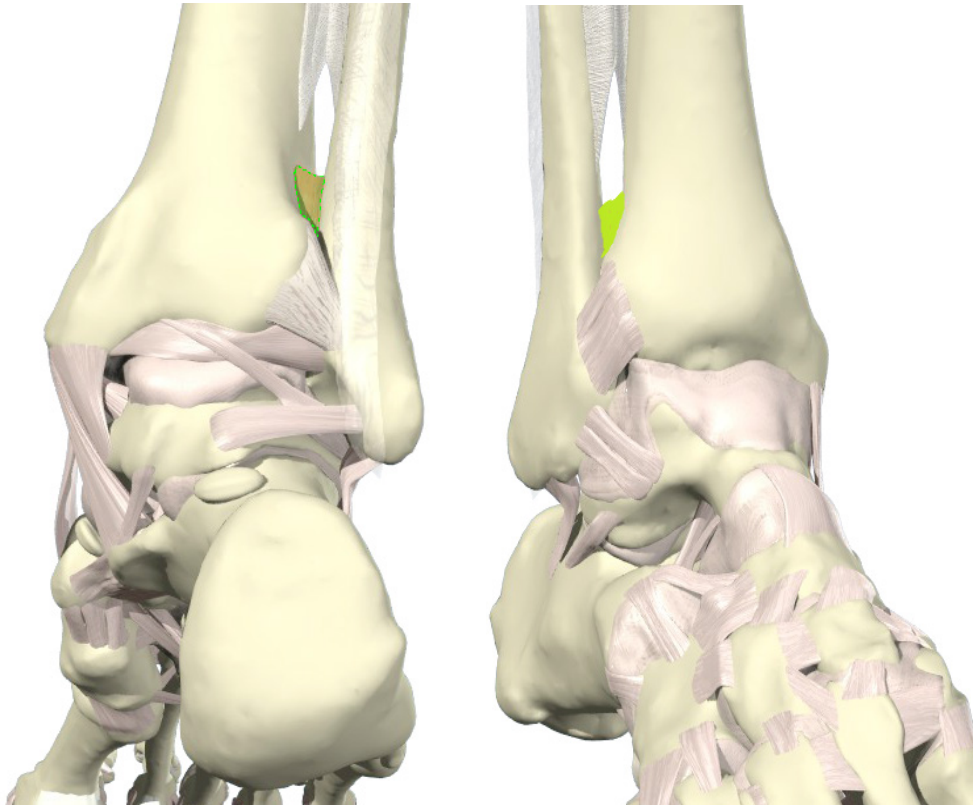


Figura 4. Ligamento interóseo, visiones anterior y posterior (marcado en verde)

- *Membrana interósea*, se extiende entre las denominadas crestas interóseas de tibia y peroné, formando un tabique que separa los compartimentos anteriores y posteriores de la pierna. Está compuesta por fibras aponeuróticas entrecruzadas de forma oblicua. En las siguientes imágenes se observa su disposición y relaciones con el resto de elementos sindesmóticos (Figs. 5,6 y 7).

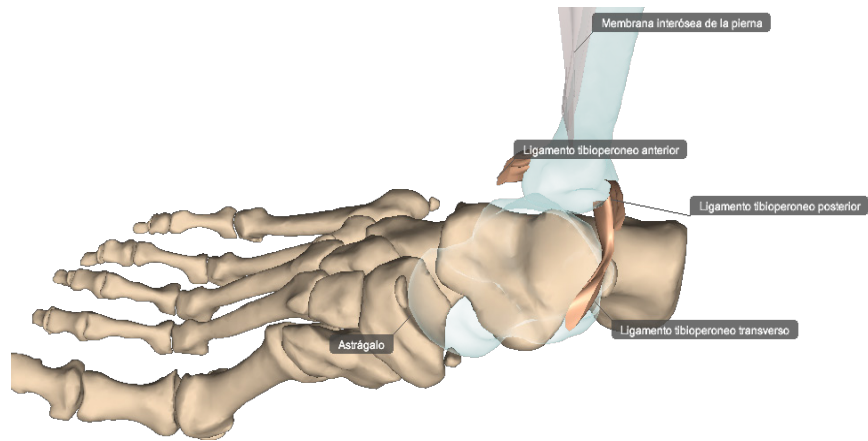


Figura 5. Membrana interósea, inserción en la tibia distal que se visualiza con transparencia

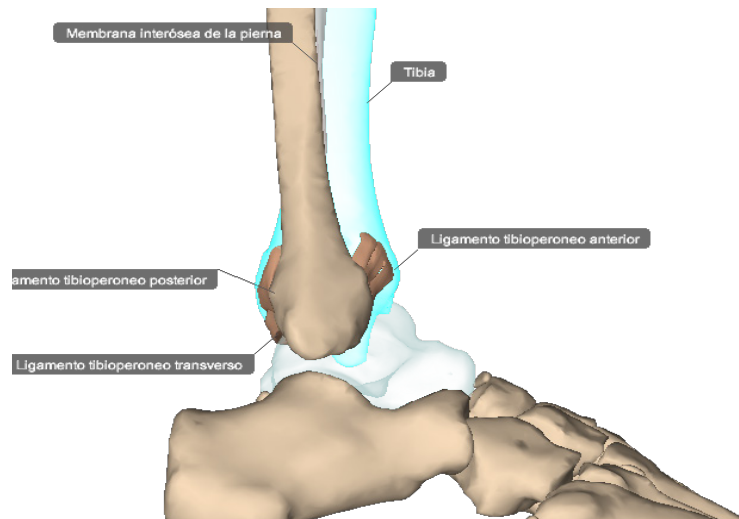


Figura 6. Membrana interósea, inserción tibial, visión lateral

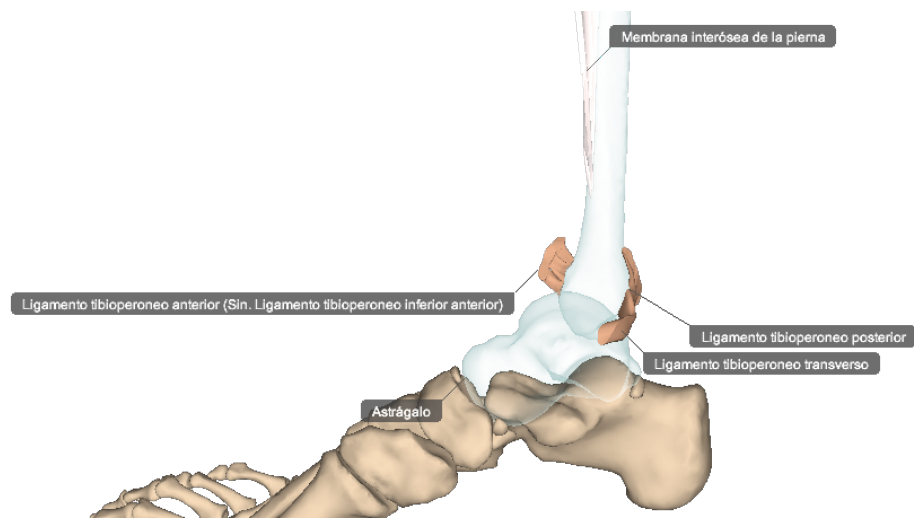


Figura 7. Membrana interósea, origen peroneal, visión medial

- *Ligamento tibioperoneo posteroinferior (LTPPI)*, surge en el tubérculo posterior de la tibia (de Volkmann) y se inserta en la porción posterior del maléolo externo (Fig.8). Se divide en fascículo superficial y profundo; las fibras superficiales desde su amplio origen en el canto posterior tibial, se dirigen de forma ligeramente oblicua hacia distal y lateral a su inserción en el maléolo peroneo. Las fibras profundas forman el ligamento inferior transverso (Fig.9).



Figura 8. LTPPI superficial (en verde)

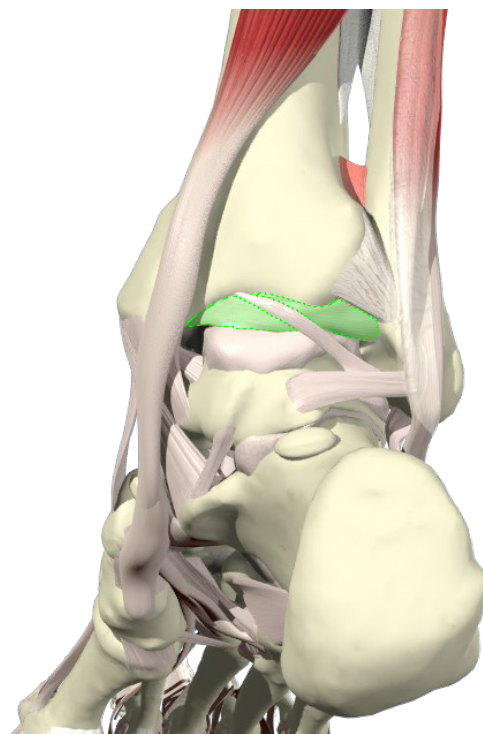


Figura 9. LTPPI profundo o LIT (en verde).

- *Ligamento inferior transverso (LIT)*, también denominado tibioperoneo transverso, se origina en todo el límite entre el cartílago hialino y la cortical posterior de la tibia hasta el maléolo peroneo con fibras entrecruzadas que se disponen remedando un labrum o rodete como en las articulaciones coxofemoral y glenohumeral, de forma que aumenta la superficie de contacto y la profundidad de la articulación tibioastragalina, ayudando a prevenir la traslación posterior del astrágalo con lo que se mejora la estabilidad articular.

La vascularización de este complejo ligamentoso depende de las ramas anterior y posterior de la arteria peronea.

En estudios sobre cadáver, McKeon y cols. observaron que en el 86% de los especímenes hay un aporte combinado para los ligamentos anteriores (aunque siempre con un predominio de la rama anterior), mientras que en un 63% de tobillos disecados, los ligamentos sindesmóticos anteriores eran irrigados exclusivamente por la rama anterior de la arteria peronea¹⁸. Esto tiene importancia clínica, debido a que, dicha rama arterial perfora la membrana interósea a una media de 3 cm sobre la articulación del tobillo y por tanto, el suministro de sangre a estas estructuras anteriores se encuentra en un riesgo considerable en aquellas lesiones de tobillo que afectan a la membrana (Fig 10).



Figura 10. Vascularización de los elementos sindesmóticos anteriores. Salida de la rama anterior de la arteria peronea y su relación con el LTPAI (en verde)

En todos los especímenes disecados, se encontró que las estructuras posteriores eran irrigadas de forma predominante por la rama posterior de la arteria peronea.

Biomecánica

El complejo ligamentoso tiene como función mantener la integridad de la pinza o mortaja que la tibia y el peroné proporcionan al astrágalo, compensando las fuerzas rotacionales, de traslación y compresiones axiales que tienden a separar ambos huesos⁸³. Ogilvie y cols. demostraron que el LTPAI proporciona un 35% de estabilidad articular, el LTPPI contribuye en un 40% y el ligamento interóseo en un 21%¹⁹.

La movilidad de la articulación es reducida y se limita a una apertura de los maléolos durante los movimientos de flexión dorsal del tobillo que harán que el peroné se traslade hacia lateral, ascienda y rote ligeramente hacia externo (Figs. 11 y 12), debido a las características anatómicas del astrágalo, que presenta una anchura mayor en la porción anterior que en la posterior (Figs. 13 y 14), por lo cual la mortaja tibioperonea se ensancha en los movimientos de extensión del tobillo y se estrecha durante la flexión plantar, recuperando su posición de reposo, aquella que adopta sin presencia de actividad muscular, lo cual explicaría también la tendencia a la equinización del tobillo en reposo. La pérdida de estas relaciones anatómicas conlleva una subluxación astragalina y limitación biomecánica de la articulación²¹⁻³¹.

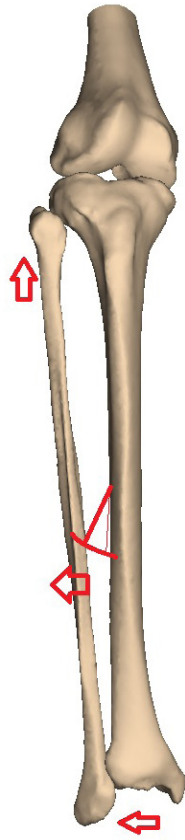


Figura 11. Movimientos del peroné en la flexión del tobillo.

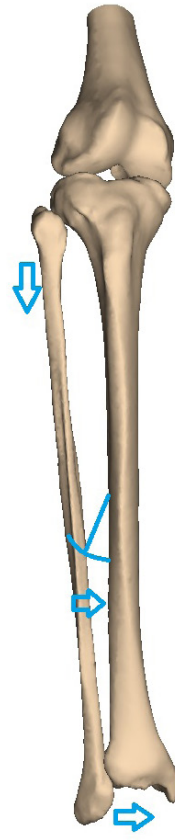


Figura 12. Ascenso y lateralización del peroné durante la extensión del tobillo.



Figura 13. Reconstrucción de la articulación de tobillo, mostrando la forma tronco-cónica del astrágalo, más ancho por anterior.

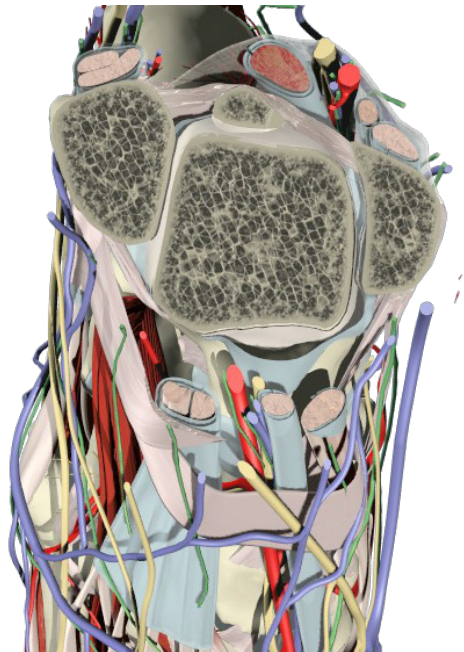


Figura 14. Esquema de un corte axial a nivel del tobillo, mostrando las dimensiones astragalinas

Una gran variedad de mecanismos aislados o combinados pueden producir la lesión estructural, pero cuando estos ligamentos se someten a máxima tensión es cuando el tobillo se dispone en flexión dorsal máxima en combinación con la rotación externa, ya que ambos movimientos tienden a ensanchar la mortaja.

Los estudios realizados por Boden y cols. en cadáveres han demostrado que el principal estabilizador del tobillo es el ligamento deltoideo, mientras que la sindesmosis se encontraría en un segundo plano³⁴; una lesión sindesmótica aislada no se considera un factor grave de inestabilidad^{32,33}, pero si unida a una lesión del ligamento deltoideo el tobillo se luxa con una flexión plantar de 25° según demostraron Michelson y cols.²⁰

Recuerdo histórico: Clasificación de las fracturas de tobillo

Al igual que sucede en otras regiones anatómicas, a lo largo de la historia ha habido varios intentos de clasificar las fracturas de tobillo, cada una con sus fortalezas y debilidades y como generalmente ocurre, las que se popularizan son aquellas más sencillas y reproducibles y que demuestran su utilidad a la hora de decidir el tratamiento y predecir la evolución^{1,9,45}.

En la región que nos ocupa, la más citada es la que inicialmente fue descrita por Robert Denis en 1949, cirujano general de Bruselas (Bélgica), que vivió entre los años 1880 y 1962; posteriormente fue modificada y popularizada por Bernhard Georg Weber (cirujano ortopédico en Sant Gall, Suiza, nacido en 1929 y fallecido en 2002) en 1972.

La clasificación de Denis-Weber es un sistema simple para catalogar las fracturas de tobillo con afectación del maleolo peroneo, tomando como referencia principal el nivel de la fractura del

peroné en relación a la articulación del tobillo. Con este sencillo sistema se puede predecir la existencia de lesión ligamentosa e inestabilidad articular, con lo que tiene un papel a la hora de determinar el tipo de tratamiento^{35,36,41} (Fig.15).

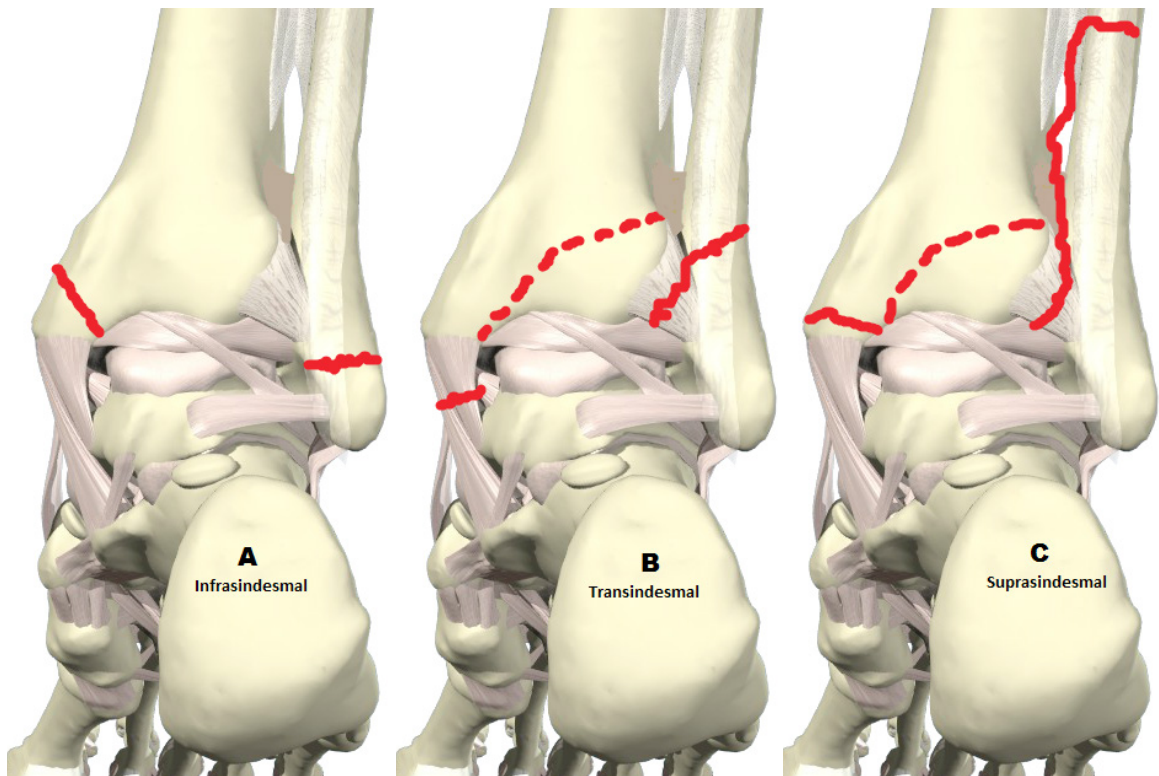


Figura 15. Clasificación de Weber de las fracturas de tobillo y características anatomopatológicas.
A: infrasindesmal; B: transsindesmal; C: suprasindesmal

Divide las fracturas en 3 tipos:

- Tipo A
 - › Trazo de fractura por debajo del nivel de la articulación del tobillo.
 - › Ligamento deltoideo conservado.

- › Maleolo interno a menudo fracturado.
- › Sindesmosis íntegra.
- › Estabilidad articular presente, tratamiento conservador en la mayoría de casos.
- Tipo B (80% de las fracturas)
 - › Trazo de fractura a nivel de la articulación del tobillo.
 - › Maleolo interno fracturado o ligamento deltoideo roto.
 - › Sindesmosis íntegra o parcialmente lesionada pero sin apertura de la mortaja.
 - › La estabilidad articular depende del estado del complejo osteoligamentoso medial.
- Tipo C
 - › Trazo de fractura por encima de la articulación del tobillo.
 - › Maleolo interno fracturado y/o ligamento deltoideo roto.
 - › Sindesmosis alterada con ensanchamiento de la mortaja.
 - › Inestabilidad articular, requieren tratamiento quirúrgico.

La siguiente clasificación de fracturas de tobillo en orden de importancia fue inicialmente descrita por Nils Lauge-Hansen, un radiólogo danés (1899-1976) en su Tesis Doctoral en 1942; después fue desarrollada y ampliada por él mismo en 5 artículos publicados entre 1948 y 1953³⁷⁻⁴⁰.

Su clasificación se basa en la posición del pie y en la dirección de la fuerza lesiva, quedando así 4 tipos que se dividen en subtipos^{37-40,42-46,84}:

- **Supinación-aducción** (18 a 21% de las fracturas de tobillo)(Fig.16):

- › Estadio I: fractura del peroné distal o rotura del ligamento lateral externo del tobillo.
- › Estadio II: Fractura del maleolo interno.

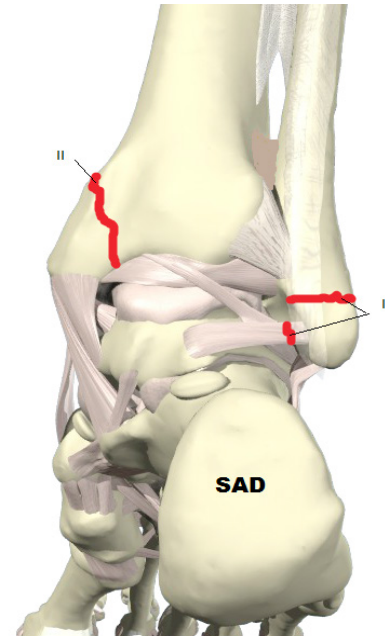


Figura 16. Lesión por supinación-aducción y hallazgos por estadio.

- **Supinación-rotación externa** (40 a 75% de las fracturas de tobillo)(Fig.17):

- › Estadio I: lesión del LTPAI.
- › Estadio II: fractura espiroidea del peroné.
- › Estadio III: fractura del maleolo posterior.
- › Estadio IV: avulsión del maleolo interno o rotura del ligamento deltoideo.

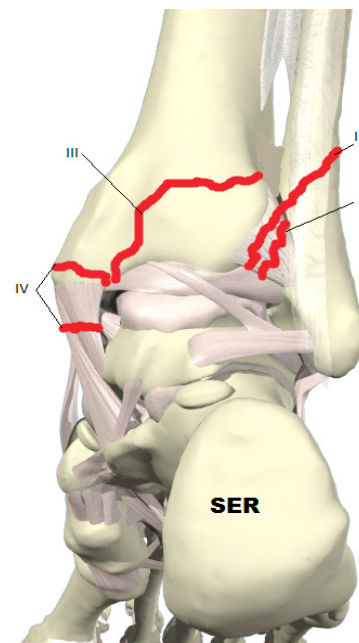


Figura 17. Lesión por supinación-rotación externa y hallazgos por estadio.

- **Pronación-abducción** (5-21% de las fracturas de tobillo)(Fig.18):

- › Estadio I: avulsión del maleolo interno o rotura del ligamento deltoideo.
- › Estadio II: rotura del LTPAI con o sin fractura asociada del maleolo posterior.
- › Estadio III: fractura oblicua del peroné alrededor de 1 cm sobre la articulación.

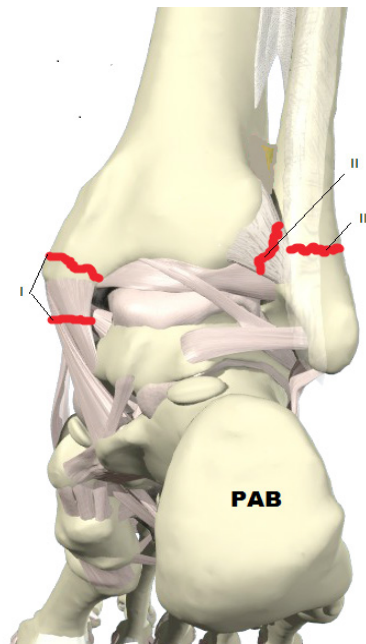


Figura 18. Lesión por pronación-abducción y hallazgos por estadio.

- **Pronación-rotación externa** (Fig.19):

- › Estadio I: avulsión del maleolo interno o rotura del ligamento deltoideo.
- › Estadio II: rotura del LTPAI.
- › Estadio III: fractura del peroné alrededor de 7-8 cm sobre la articulación.
- › Estadio IV: fractura del maleolo posterior.

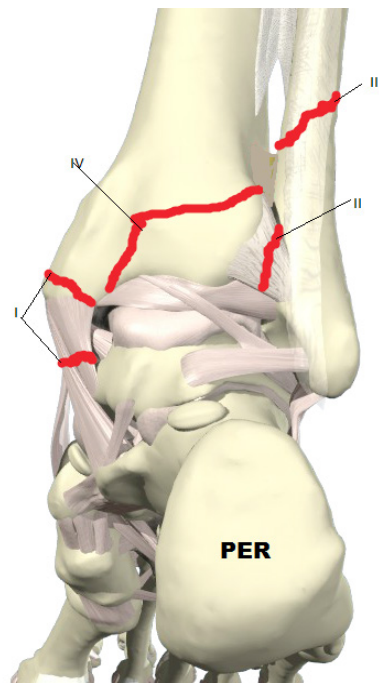


Figura 19. Lesión por pronación-rotación externa y hallazgos por estadio.

Cada estadio implica un paso más en la magnitud de la fuerza y engloba las lesiones de los anteriores, así por ejemplo, en las lesiones tipo supinación-rotación externa (las más frecuentes) el esquema sería el siguiente, en sentido horario para el pie derecho y antihorario para el izquierdo (Fig.20).

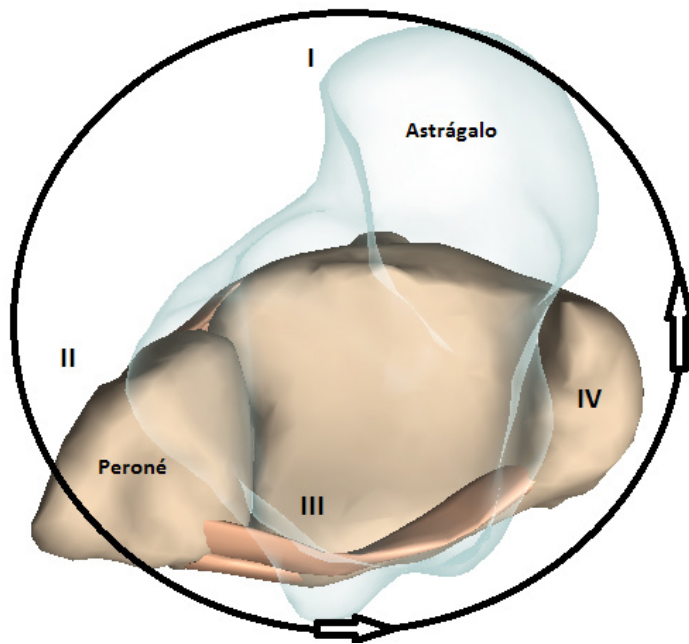


Figura 20. Carácter sumatorio de las lesiones por estadio en lesiones tipo supinación-rotación externa.

Muchos aspectos de ambas clasificaciones pueden interdigitarse y complementarse, encontrando importantes analogías entre ambas, de forma que las fracturas de supinación-aducción corresponden por mecanismo de acción y hallazgos morfológicos a las Weber A, las de supinación-rotación externa a las Weber B y las que implican pronación (con abducción o rotación externa) a las Weber C³⁹ (Fig.21).

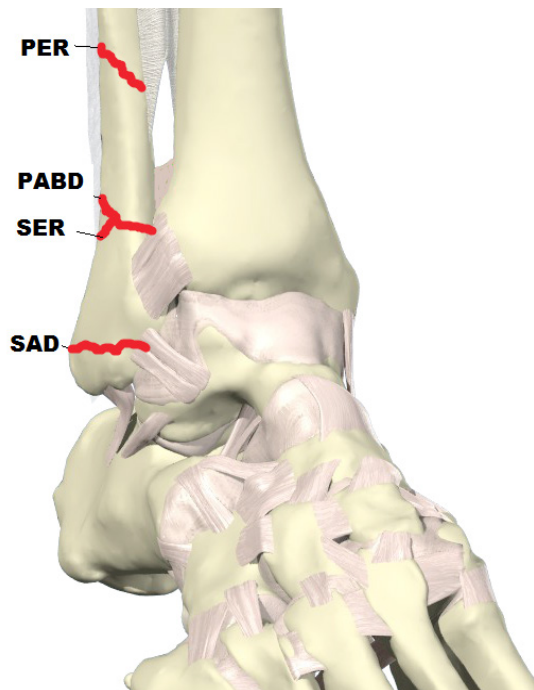


Figura 21. Situación del trazo de fractura de peroné en cada tipo de Lauge-Hansen y su relación con la clasificación de Weber.

Diagnóstico de la lesión sindesmal

Es de gran importancia reconocer las lesiones de la misma para establecer el tratamiento adecuado. Sin embargo, la lesión de la sindesmosis puede no ser aparente radiológicamente, de ahí que existan multitud de índices radiológicos y pruebas clínicas para ponerla de manifiesto^{47,49}.

El tratamiento de las fracturas de tobillo, puede cambiar considerablemente según el estado de la sindesmosis. Sin embargo, como se expone más adelante en referencia al diagnóstico preoperatorio de la lesión sindesmal, la capacidad de determinar con certeza la presencia de dicha lesión es limitada y por eso, los datos objetivos que puedan ayudar a predecir o identificar daño sindesmótico en el preoperatorio son muy apreciados⁴⁷⁻⁵⁰.

Numerosos estudios recientes demuestran la dificultad para realizar el diagnóstico de lesión sindesmal sin la utilización de estudios caros como la RM o invasivos como la artroscopia⁷².

Para detectar la lesión es preciso mantener un alto índice de sospecha, realizar una adecuada anamnesis y examen físico previo a la realización de pruebas complementarias^{51,85}.

Debemos interrogar al enfermo sobre la posición del pie en el traumatismo, aunque la mayoría no es capaz de dar información precisa.

A la simple inspección, podremos observar aunque es un dato poco específico, la presencia de tumefacción en la zona anterolateral del tobillo (Fig.22).



Figura 22. Tumefacción en la región anterolateral del tobillo, aspecto clínico de una lesión sindesmótica.

Durante la exploración podemos aplicar una serie de maniobras de provocación descritas para ayudar en este diagnóstico. Estas incluyen:

- *El test de rotación externa:* se aplica la fuerza de rotación en el pie, mientras se mantienen la rodilla y el tobillo en flexión de 90° y se considera positivo si aparece dolor sobre la sindesmosis. Esta es la prueba más fiable según el estudio realizado por Alonso y cols⁵².
- *El test de opresión de Hopkins* (del inglés squeeze test) consiste en atenazar la pantorrilla en su tercio medio, comprimiendo el peroné contra la tibia. Esto producirá dolor sobre la sindesmosis en caso de lesión.
- La *prueba de piernas cruzadas* es una variante de la anterior en la que se pide al enfermo que cruce la pierna afectada sobre el muslo sano, lo cual producirá compresión del peroné contra la tibia, dando dolor sindesmótico⁵³.
- La *prueba de dorsiflexión pasiva del tobillo* produce dolor en la sindesmosis alterada, y este dolor se alivia al efectuar el examinador una presión intermaleolar.

Una vez realizado esto, es el momento de valorar la petición de pruebas complementarias, comenzando siempre por la radiología simple.

El conjunto de Normas de Ottawa para el tobillo nace tras la realización de estudios coste-beneficio en relación a lesiones del tobillo y finalmente ha logrado un consenso general sobre cuándo solicitar estudios radiológicos en traumatismos de tobillo⁵⁴.

En resumen, indican que con el fin de aumentar la eficiencia, solamente requieren estudio radiológico aquellos pacientes que cumplan una o más de las siguientes condiciones (Fig.23):

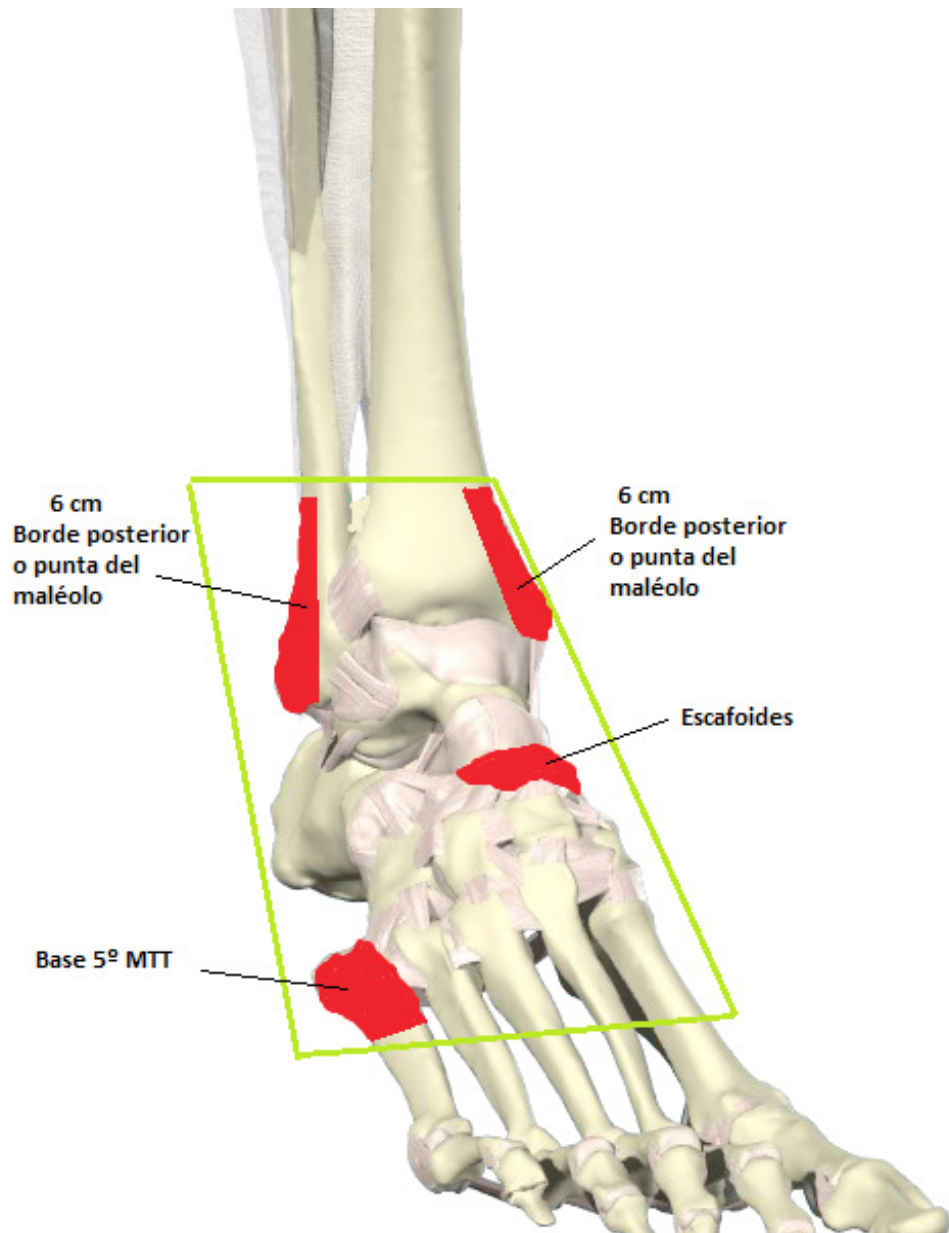


Figura 23. Puntos óseos dolorosos que justifican la solicitud de radiografía simple de tobillo y/o pie según las Normas de Ottawa.

- Edad mayor de 55 años.
- Imposibilidad para la deambulaci3n con la extremidad afectada.

- Dolor a la presión sobre el reborde posterior o superior óseo en cualquiera de los maléolos del tobillo afectado.

Estas normas han sido sometidas a multitud de evaluaciones y en todos los casos obtienen una sensibilidad diagnóstica cercana al 100% para fracturas de tobillo; sin embargo, algunos pacientes con lesión sindesmal podrían pasar infradiagnosticados al no solicitar estudio radiológico por no cumplir estas normas. Por ello es muy importante la experiencia y el alto índice de sospecha.

Para evaluar la sindesmosis se debe solicitar al menos 3 proyecciones de la articulación del tobillo (anteroposterior, de mortaja y lateral) y 2 radiografías de la pierna completa (AP y lateral) para descartar fracturas muy proximales como sucede en la lesión de Maissonneuve (nombre por el que se conoce a las fracturas de tobillo Weber C o pronación-rotación externa estadio III de Lauge-Hansen, en las que la fractura del peroné se encuentra en su tercio proximal)⁵⁵⁻⁵⁸.

En la actualidad no se ha alcanzado un consenso sobre cuáles son los predictores radiográficos más útiles y hay gran variabilidad entre autores a la hora de establecer los límites a partir de los cuales se puede diagnosticar lesión. Pero hay 4 medidas radiológicas de obligada realización:

- El espacio claro tibiofibular (Fig.24) se mide entre el borde interno del peroné y el externo de la tibia (incisura fibular) a la altura de 1 cm proximal a la superficie articular, tanto en la proyección AP como en la de mortaja. Se considera normal si es menor de 5 mm ó 6 según Zalavras y Thordarson⁵⁹.

Si es mayor, se considera un índice fiable de lesión de la sindesmosis y además, según Pneumaticos y cols., se puede demostrar que no se producen falsos positivos o negativos a pesar de una mala técnica radiológica por no centrar correctamente el haz de rayos o colocar el tobillo en rotación inadecuada⁶⁰.

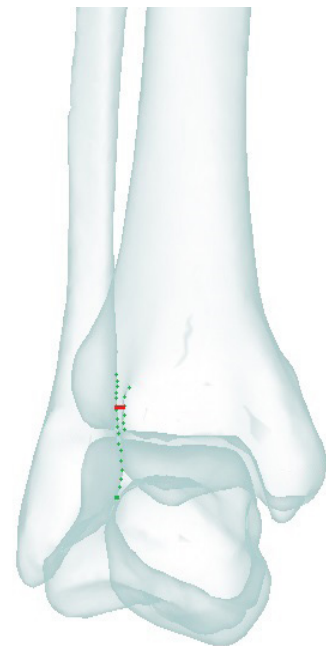


Figura 24. Espacio tibiofibular entre peroné e incisura tibial medido a 1 cm de la articulación.

- El solapamiento tibiofibular (Figs. 25 y 26) descrito por Merle-D'Aubigné es la distancia entre el punto más lateral de la tibia y el más medial del peroné tomados a 1 cm de la superficie articular. Esta medición sí es dependiente de la rotación del tobillo respecto al haz de rayos y por ello se considera normal cuando es mayor de 10 mm en la proyección AP (6 mm según Zalavras), mientras que en la proyección de mortaja debe ser mayor tan solo mayor de 1 mm para descartar patología. No obstante, Beumer y cols. concluyeron en su estudio sobre cadáveres que tanto la medida del espacio claro tibiofibular, como el solapamiento son los signos radiográficos de más valor en lesiones sindesmales⁴⁹.

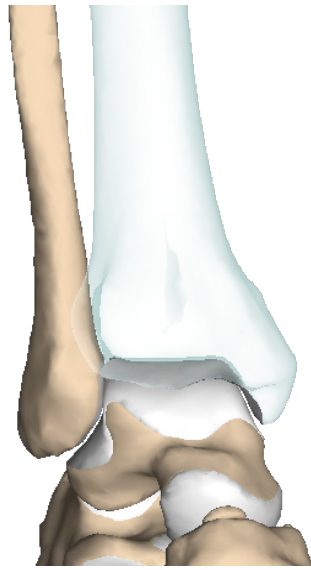


Figura 25. Solapamiento tibiofibular, representación anatómica.

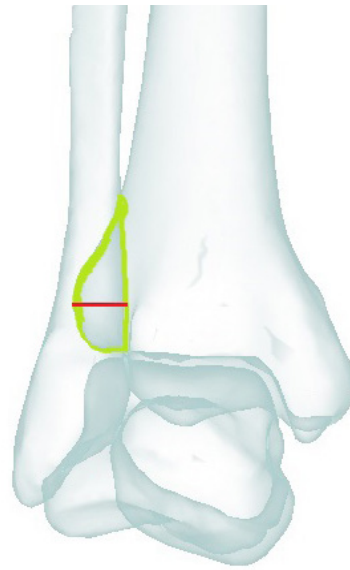


Figura 26. Solapamiento tibiofibular, medido a 1 cm de la articulación.

- El espacio claro medial (Fig.27) debe medirse en la radiografía AP, entre el borde medial del astrágalo y el lateral del maléolo; esta medición debe ser paralela a lo largo de toda la extensión articular y no sobrepasar los 4 mm de ancho, aunque se toma como referencia el ángulo de la cúpula astragalina.

Si está aumentado, se asume una lesión del ligamento deltoideo.

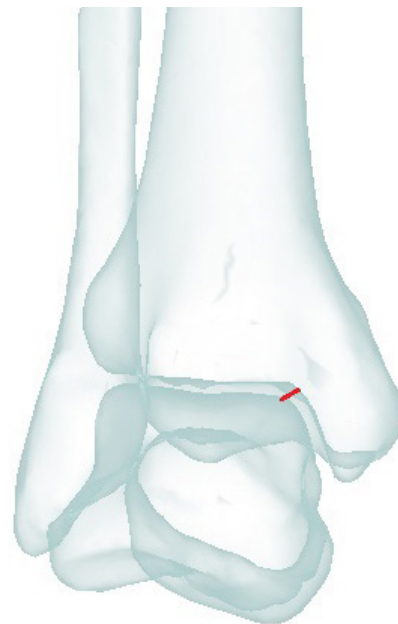


Figura 27. Espacio claro medial entre la cúpula astragalina y maléolo interno.

- El ángulo talocrural (Fig.28) es el que resulta al trazar una línea perpendicular a la superficie articular tibial y otra que une los vértices de los maléolos, siendo normal entre 79 y 87° y con una variación respecto al tobillo contralateral de 2° .

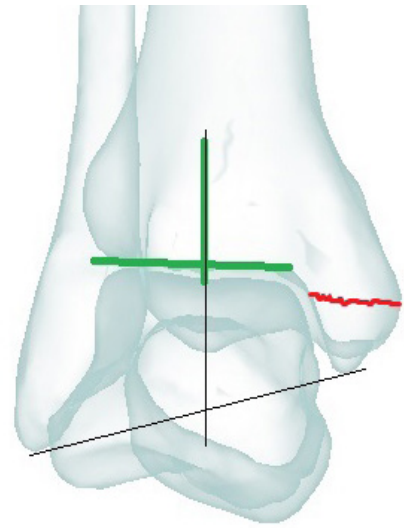


Figura 28. Ángulo talocrural formado entre una perpendicular a la articulación y otra línea que une los vértices maleolares.

En la radiografía estática podemos buscar otros hallazgos indirectos de lesión sindesmótica que, si bien no son tan valorados como indicadores de dicha lesión, si están presentes podemos sospechar un acortamiento peroneo, que es un importante predictor de daño sindesmótico; son los criterios de Weber y Simpson, que fueron inicialmente descritos con el fin de ayudar a la indicación y planificación quirúrgica de lesiones crónicas⁶¹:

- El ángulo de inclinación astragalina (Fig.29) es el formado por una línea paralela a la superficie articular del astrágalo con otra paralela a la superficie tibial. Se consideran normales valores entre -2 y 2° siendo 0° la medida óptima que traduce la congruencia y el paralelismo del espacio articular^{62,63}.

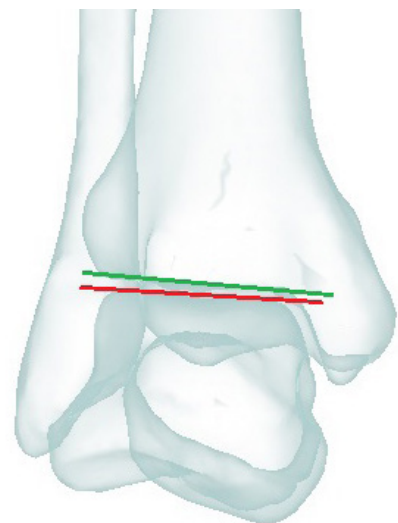


Figura 29. Ángulo de inclinación astragalina, entre las superficies articulares.

- La línea de Shenton del tobillo (Fig.30), que se forma al continuar el borde anteromedial distal del peroné con la superficie articular de la tibia; si es discontinua podemos asumir daño de la ATPD.
- Una línea curva continua entre el lateral del astrágalo y la corredera de los tendones peronéos.

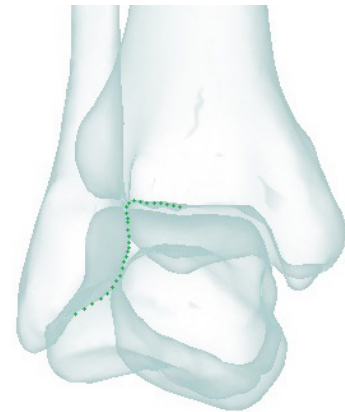


Figura 30. Línea de Shenton; su continuidad, traduce integridad sindesmótica.

Para nuestro estudio, hemos utilizado también dos indicadores sobre la radiografía lateral estática, de reciente descripción que no aparecen en los textos clásicos.

- El ratio tibiofibular anteroposterior (Fig.31), descrito en 2013 por Grenier y cols., se define un punto 1 en la cortical anterior de la tibia a nivel de la cicatriz fisaria⁶⁴. El punto 2 se localiza en la intersección de la cortical anterior del peroné y la cicatriz fisaria. Se dibuja una línea recta entre estos dos puntos y se continúa hasta la cortical tibial posterior; se obtienen dos segmentos:

A (desde el punto 1 al punto 2) y B (desde el punto 2 hasta la cortical tibial posterior). El ratio tibiofibular se calcula como la medida del segmento A dividida entre la medida del segmento B. Su valor normal es $0,94 \pm 0,13$. Valores alterados implican traslación posterior del peroné con el consiguiente daño sindesmótico.

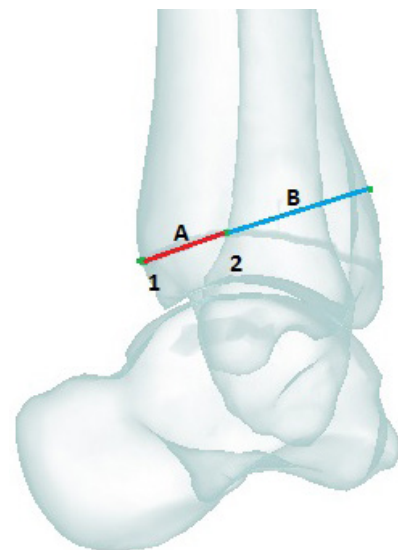


Figura 31. Ratio tibiofibular; su alteración traduce desplazamiento posterior del peroné.

- Superposición de los colículos del maléolo interno con las corticales peronéas (Fig.32). Se busca esta referencia como complemento al ratio descrito previamente, debido a que podría verse falseado en proyecciones laterales deficientes.

En los últimos tiempos, la radiografía lateral está ganando interés a la hora de estudiar la sindesmosis, ya que según los trabajos de Xenos y Candal-Coutto, al lesionarse el complejo ligamentoso, el peroné se desplaza más hacia posterior en el plano sagital que hacia lateral en el plano coronal^{65,66}.



Figura 32. Superposición de los colículos del maléolo interno con las corticales peronéas. Su alteración traduce desplazamiento posterior del peroné.

Hasta este momento, todos los indicadores se describen sobre la radiografía simple estática; si encontramos valores alterados, podemos diagnosticar lesión de la sindesmosis, pero aún encontrando todas las mediciones previas normales, no podríamos descartar la presencia de esta lesión, puesto que como demuestran Edwards y DeLee, existen roturas sindesmóticas latentes, que sólo aparecen en radiografías de estrés. Por esto, tanto Xenos como Edwards, recomiendan evaluar la estabilidad de la sindesmosis con radiografías en estrés, pero para ello, es necesario someter al paciente a anestesia o sedación, con lo que en realidad forma parte de la evaluación intraoperatoria que se describe más adelante^{65,67,68}.

Otras pruebas complementarias de las que disponemos para el diagnóstico preoperatorio son:

- *Tomografía axial computerizada (TC)*: existen multitud de estudios recientes que informan de su superioridad para evaluar la sindesmosis con respecto a la radiología convencional; puede detectar aperturas de la sindesmosis que no son evidentes

en la radiografía estática, aunque también podría infradiagnosticar las lesiones latentes.

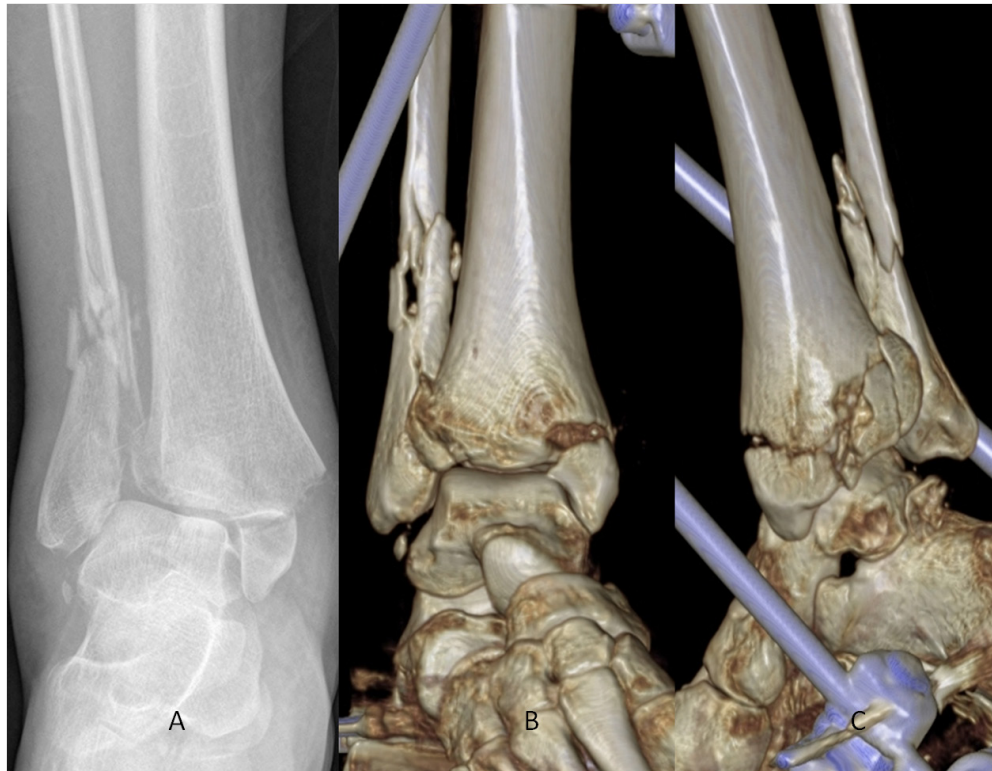


Figura 33. TC de tobillo y reconstrucción tridimensional.

Otros criterios en su contra son el económico y el de la alta radiación asociada que conlleva. Sus partidarios indican que el coste y el riesgo-beneficio se compensan al poder detectar variaciones sutiles, comparar con el tobillo contralateral, del que se obtienen imágenes en el mismo procedimiento y planificar la intervención⁶⁹⁻⁷¹.

- *Resonancia magnética (RM)*: ha demostrado ser tanto sensible como específica a la hora de diagnosticar lesión de la sindesmosis⁷²⁻⁷⁴.

Nielson y cols.⁷² compararon hallazgos de radiografía simple y RM en 70 pacientes con fractura de tobillo y no pudieron correlacionar los hallazgos de la radiografía con la lesión real detectada en RM. Oae y cols.⁷³, intentaron diag-

nosticar lesión sindesmótica en 58 pacientes con esguince de tobillo y fracturas de maléolo externo. El criterio para diagnosticar lesión fue la discontinuidad del LTPAI y del LTPPI, bien por no ser capaces de verlo o bien por encontrarlo sin la tensión adecuada; a todos los pacientes se les realizó artroscopia y los estudios concordaron, dando a la RM una sensibilidad del 100% y una especificidad del 93%. Este estudio demostró también, que el hematoma de fractura del peroné puede dificultar el diagnóstico.

En las siguientes imágenes se observan las estructuras sindesmóticas no lesionadas, tal como las muestra la RM y su representación anatómica (Figs. 34 a 37).



Figura 34. Corte coronal de RM que muestra el LTPAI indemne (en verde).

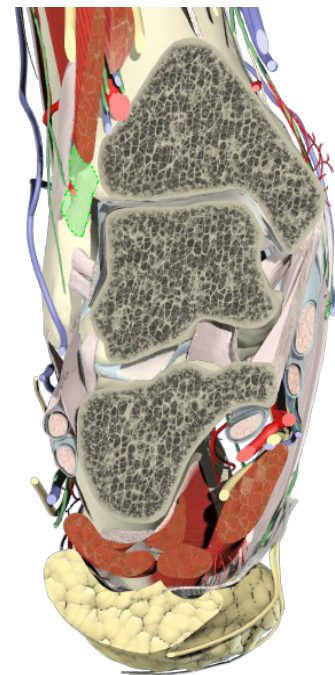


Figura 35. Representación anatómica de la imagen RM de la figura 34.



Figura 36. Corte axial de RM que muestra elementos sindesmóticos indemnes.

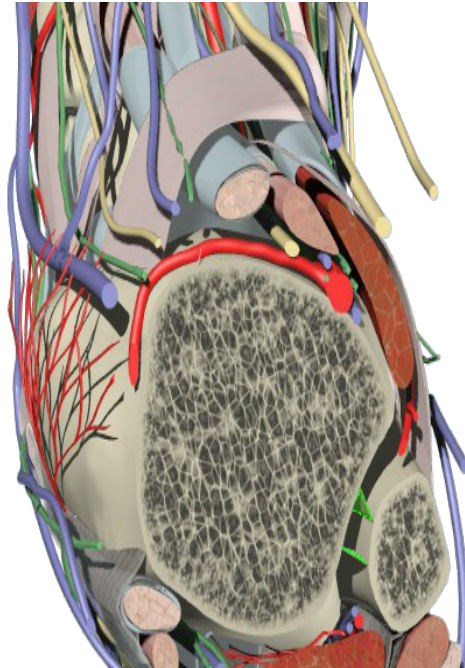


Figura 37. Representación anatómica de la imagen RM de la figura 36.

- *Artroscopia:* puede encontrar su indicación cuando las demás no arrojan resultados definitivos pero permanece un alto índice de sospecha. Puede ser especialmente útil en casos latentes o con fragmentos osteocondrales, para confirmar diagnóstico y tratar en el mismo acto⁷⁵. En las siguientes imágenes, se puede observar el aspecto artroscópico de la sindesmosis (Figs. 38 y 39).



Figura 38. Imagen artroscópica del LTPAI.

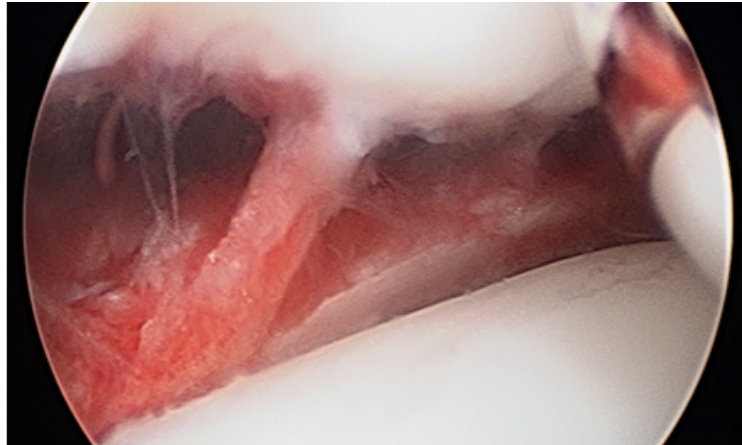


Figura 39. Imagen artroscópica de lesión sindesmal con separación tibiofibular.

Como ya se ha comentado, dada la dificultad del diagnóstico por los medios clásicos, es fundamental la evaluación intraoperatoria; generalmente se realiza después de haber finalizado la reducción abierta y osteosíntesis del maléolo peroneo. Con el abordaje clásico, es sencillo tener visión directa sobre la región anterior de la ATPD, pero aún así se recomienda realizar pruebas de estrés de rutina para descubrir lesiones latentes encubiertas⁷⁶⁻⁸²:

- La *maniobra de Cotton*, también conocida como prueba del gancho consiste en traccionar del peroné con un gancho o pinza tipo cangrejo para ver con radioscopia si el astrágalo se traslada lateralmente o no; si lo hace más de 3 mm, se considera que existe lesión sindesmal.
- La *prueba de estrés en rotación externa*, (Fig. 40) recomendada por Zalavras y



Figura 40. Estrés en rotación externa que provoca aumento de espacios claros tibiofibular y medial.

Thordarson para evaluar la apertura del espacio medial en la proyección de mortaja⁵⁹.

Análogamente, como en las radiografías estáticas, está tomando importancia la evaluación en las proyecciones laterales en estrés; para Xenos⁶⁵ es fundamental buscar la traslación posterior del peroné después de realizar la rotación externa forzada y Candal-Couto⁶⁶ cree que es un error traccionar del peroné, y que se debe forzar la traslación posterior para que la prueba tenga mayor rendimiento.

Hipótesis y objetivos.
Justificación

Hipótesis y objetivos.

Justificación

Los distintos mecanismos de producción de las fracturas de tobillo, hacen aparecer distintos patrones morfológicos en las fracturas maleolares. Como se ha comentado en la introducción, clásicamente se ha estudiado la relación entre la altura del trazo en el peroné y la forma de este para tratar de inferir la presencia de lesión sindesmótica a partir de ello.

Sin embargo, la forma que adopta el maleolo interno en cada patrón fracturario descrito por Lauge-Hansen, puede ser más característico y relacionable con lesión de la sindesmosis, más frecuente en aquellos en los que influye la rotación externa y que producen fracturas de maleolo interno más horizontales. Esta relación no ha sido demostrada hasta este momento.

Como **objetivo principal**, este estudio trata de encontrar un modelo predictivo de lesión sindesmal, basado en la descripción de un ángulo formado por el trazo principal de la fractura del maleolo interno con una perpendicular a la línea de la superficie de carga del pilón tibial, a partir del cual se debe sospechar lesión de la sindesmosis.

Como objetivos secundarios, se encuentra el de evaluar la utilidad de la clasificación de Lauge-Hansen. Además, dado que se ha obtenido un tiempo de seguimiento razonable, se buscan diferencias en los resultados en cuanto a desarrollo de artrosis postraumática del tobillo lesionado para el grupo en el que estuvo presente la lesión sindesmal respecto al grupo que no sufrió dicha lesión.

La **hipótesis principal** que se pretende demostrar, sería por tanto, que los trazos de fractura de maleolo interno con mayor verticalidad tienen menor probabilidad de asociar lesión de la sindesmosis.

Se pretende añadir una nueva forma de establecer el diagnóstico de sospecha de lesión sindes-mótica a partir de la radiología simple que sin excepción se viene realizando en el preopera-torio de las fracturas de tobillo, de forma que no habría ningún coste añadido en el manejo de nuestros pacientes, y cualquier medio de identificar estas lesiones antes de la cirugía es de gran valor, puesto que según la bibliografía consultada y como se ha expuesto previamente, nuestra capacidad actual para detectarlas es limitada y solo se otorga valor a la medida del espacio claro tibiofibular. En el caso de que la hipótesis resultara ser cierta, se aportaría una herramienta para la planificación quirúrgica en las fracturas de tobillo.

Material y Métodos

La búsqueda de códigos específicos como esguince tibioperoneal distal (845.03) o luxación tibioperoneal distal (837.0) no produjeron resultados. Se planteó buscar la lesión a través del diagnóstico de alguna de sus secuelas propias, como la sinostosis, pero para este proceso, en CIE-9 solo aparecen códigos de sinostosis congénita.

De esta forma, se obtiene una alta sensibilidad a la hora de detectar los diagnósticos de fractura de tobillo archivados, aunque algunos de los códigos son válidos también para otras patologías que estrictamente no pueden considerarse como tal.

Por ello, mediante el sistema informático implantado en el hospital, se ha revisado cada una de las 651 historias clínicas (HCIS-HP[®]) con sus pruebas radiológicas correspondientes (i-Site Phillips[®]), después de solicitar y obtener la aprobación del Comité de Ética para esta fase del proceso y seleccionar entre ellas, aquellas que presentan fractura del maleolo interno, obteniendo 155 fracturas para el análisis; los pacientes incluidos se seleccionaron de entre aquellos con fractura del maleolo interno y que eran clasificables por el sistema de Lauge-Hansen.

Todas las fracturas de tobillo que no implicaban al maléolo medial fueron descartadas, pero todas las fracturas de maléolo interno tanto en el contexto de fractura de tobillo como con fracturas asociadas (por ejemplo diáfisis tibial, astrágalo, calcáneo, etc.) fueron registradas. También se descartaron los casos en que no tuvimos acceso a la radiografía inicial de su admisión por urgencias, de forma que el total final de la muestra es de 138 fracturas.

Después de una revisión exhaustiva de la bibliografía relacionada, se creó un formulario (Fig.42, que en anexos se muestra a tamaño completo) de recogida de datos con todos los parámetros conocidos que puedan conducir al diagnóstico de lesión sindesmal y otros aspectos de interés

en el diagnóstico, y evolución de las fracturas de tobillo como el sistema de clasificación radiológico para artrosis de tobillo de van Dijk y cols.

FORMULARIO DE RECOGIDA DE DATOS


INICIALES: _____ EDAD: _____


Nº HISTORIA CLÍNICA: _____ SEXO: _____


FECHA DE LESIÓN: _____


TIPO DE LESIÓN*: SA SER PA PER Nº MALEOLOS: _____

IMAGEN RX ANTEROPOSTERIOR: _____

MEDIDA DEL ÁNGULO A ESTUDIO: 

ÁNGULO TALOCRURAL (Normal 83+/-49): 

RATIO TIBIOFIBULAR ANTEROPOSTERIOR (Normal 0,94+/-0,13): 

ESPACIO CLARO TIBIOFIBULAR (Normal < 7mm): 

LÍNEA DE SHENTON: CONTINUA DISCONTINUA

ESPACIO CLARO MEDIAL (Normal < 5mm):

PRUEBAS DE ESTRÉS: POSITIVA NEGATIVA DESCONOCIDO

PRESENCIA DE TORNILLO SINDESMÓTICO: SÍ NO

LESIÓN SINDESMAL DOCUMENTADA: SÍ NO

ESCALA VAN DIJK: _____

CLARO POSTOP: _____ INCLINACION POSTOP: _____

*OKANOBO:

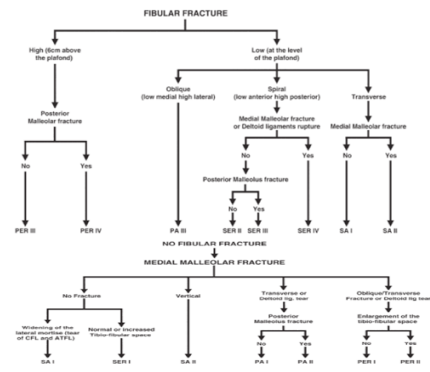


Figura 42. Formulario de recogida de datos.

Para esa segunda fase del proceso, en que se valoran parámetros postoperatorios y de evolución hacia artrosis, se consigue la colaboración de 35 pacientes con lesión sindesmal documentada que vuelven para realizar la radiografía bilateral en carga; y se seleccionan entre el resto de los 98 pacientes sin lesión, 85 con seguimiento mínimo de un año y radiografías de su seguimiento para el análisis. Por lo que, se obtienen datos de las radiografías iniciales de 138 pacientes y datos finales de 120.

De cada paciente, se anotaron el número de historia clínica, nombre, sexo, edad, fecha de lesión, de intervención y de alta hospitalaria.

Una vez realizada la filiación mediante la historia electrónica, con el software visor de radiografías asociado dotado con la herramienta de medición lineal y de ángulos, se analizaron las radiografías prequirúrgicas como se ha descrito en la introducción:

- Tipo de lesión según Lauge-Hansen
- Número de maléolos afectados
- Medida del ángulo talocrural (Fig.43)

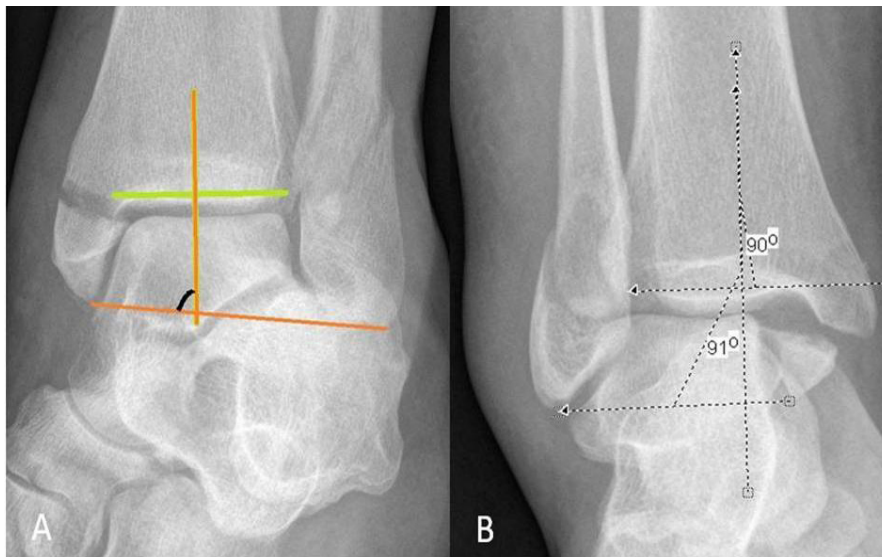


Figura 43. Esquema y ejemplo real de la medición del ángulo talocrural.

- Ratio tibiofibular anteroposterior
- Presencia o ausencia de superposición de colículos del maléolo interno con el peroneo
- Espacio claro tibiofibular
- Solapamiento tibiofibular
- Ángulo de inclinación astragalina

- Línea de Shenton continúa o discontinua
- Espacio claro medial
- Medida del principal ángulo de estudio.

En las siguientes figuras, se muestra la representación esquemática y algunos ejemplos reales de los parámetros radiológicos recogidos para el estudio.(Figs.44, 45 y 46)

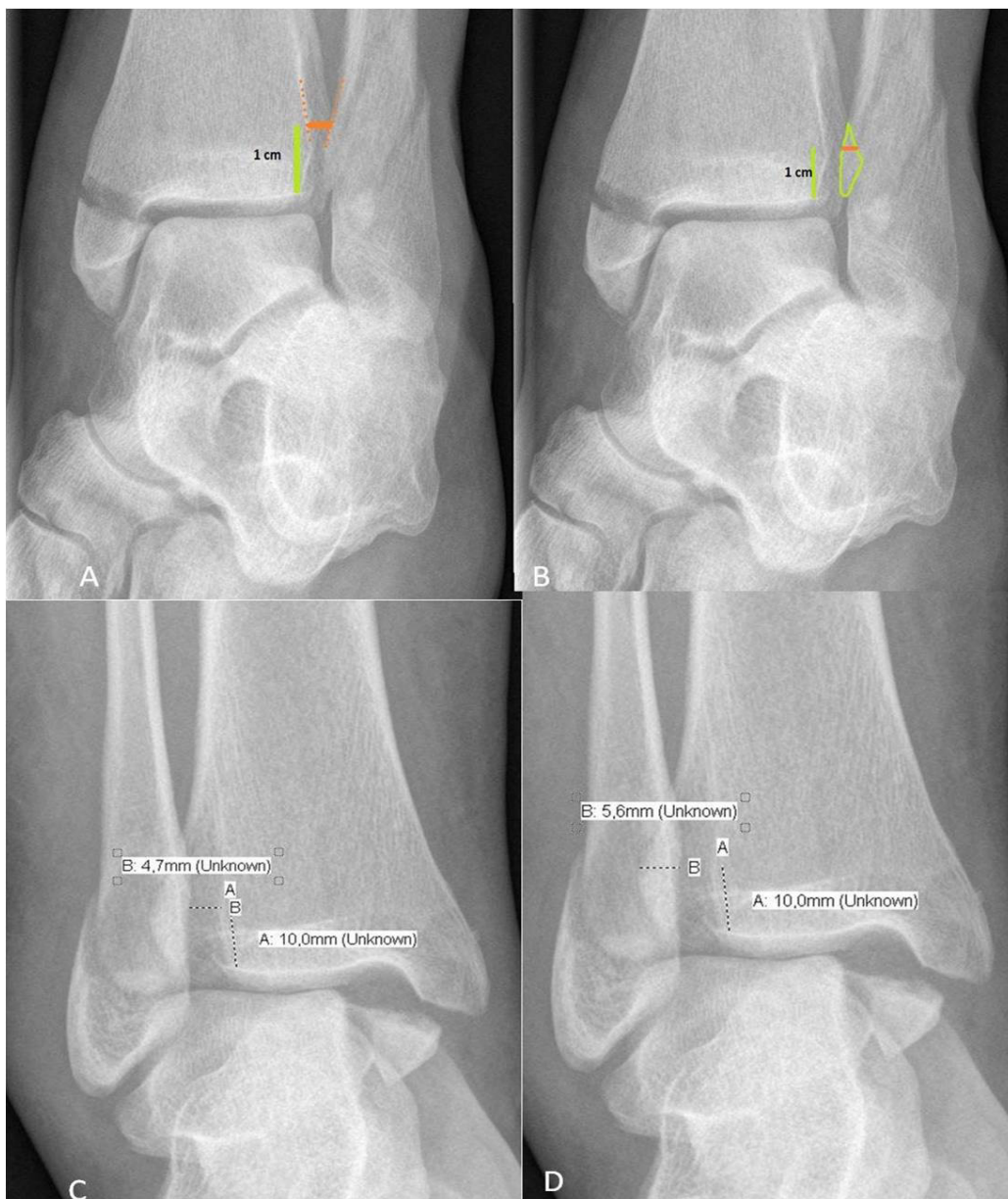


Figura 44. A: Representación de la medición del espacio tibiofibular. B: Representación de la medición del solapamiento tibiofibular. C y D: medición real del espacio TF y solapamiento respectivamente.

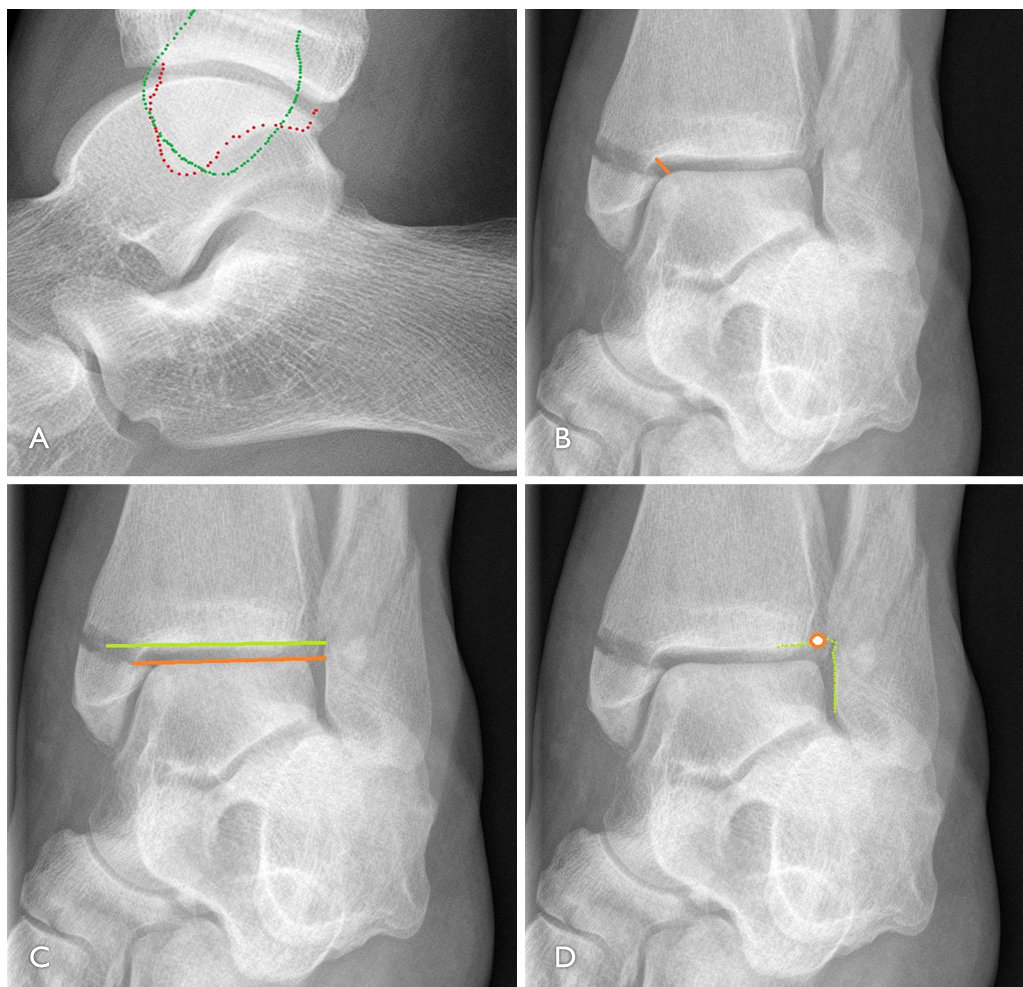


Figura 45. A: Representación de la superposición de colículos. B: Del espacio claro medial. C: del ángulo de inclinación astragalina. D: de la línea de Shenton.



Figura 46. A: Medida del primer segmento para el ratio tibiofibular AP. B: segundo segmento. C: Representación esquemática del ratio tibiofibular AP.

Para analizar el ángulo principal, descrito para esta Tesis Doctoral, se debe obtener una línea perpendicular a la superficie articular tibial (del mismo modo que para el primer paso de la medición del ángulo talocrural); una vez hecho esto, se traza una línea entre el punto más medial y más lateral del trazo de fractura del maléolo interno en el origen tibial. (Fig. 47)

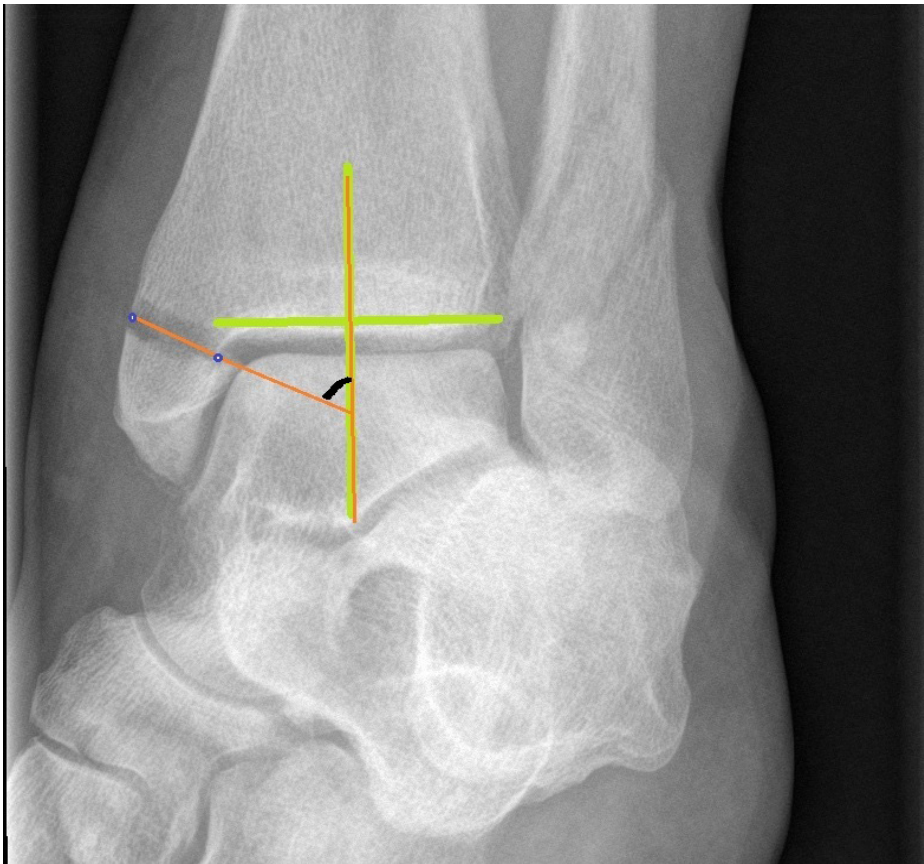


Figura 47. Representación esquemática de la medición del ángulo principal a estudio.

El ángulo a estudio es el formado por esta línea y la perpendicular a la superficie articular tibial, y estará comprendido en un arco de valores posibles entre 0° y 180° .

A continuación se muestra un caso práctico real, paso por paso, de la recogida del ángulo a estudio. (Fig. 48)

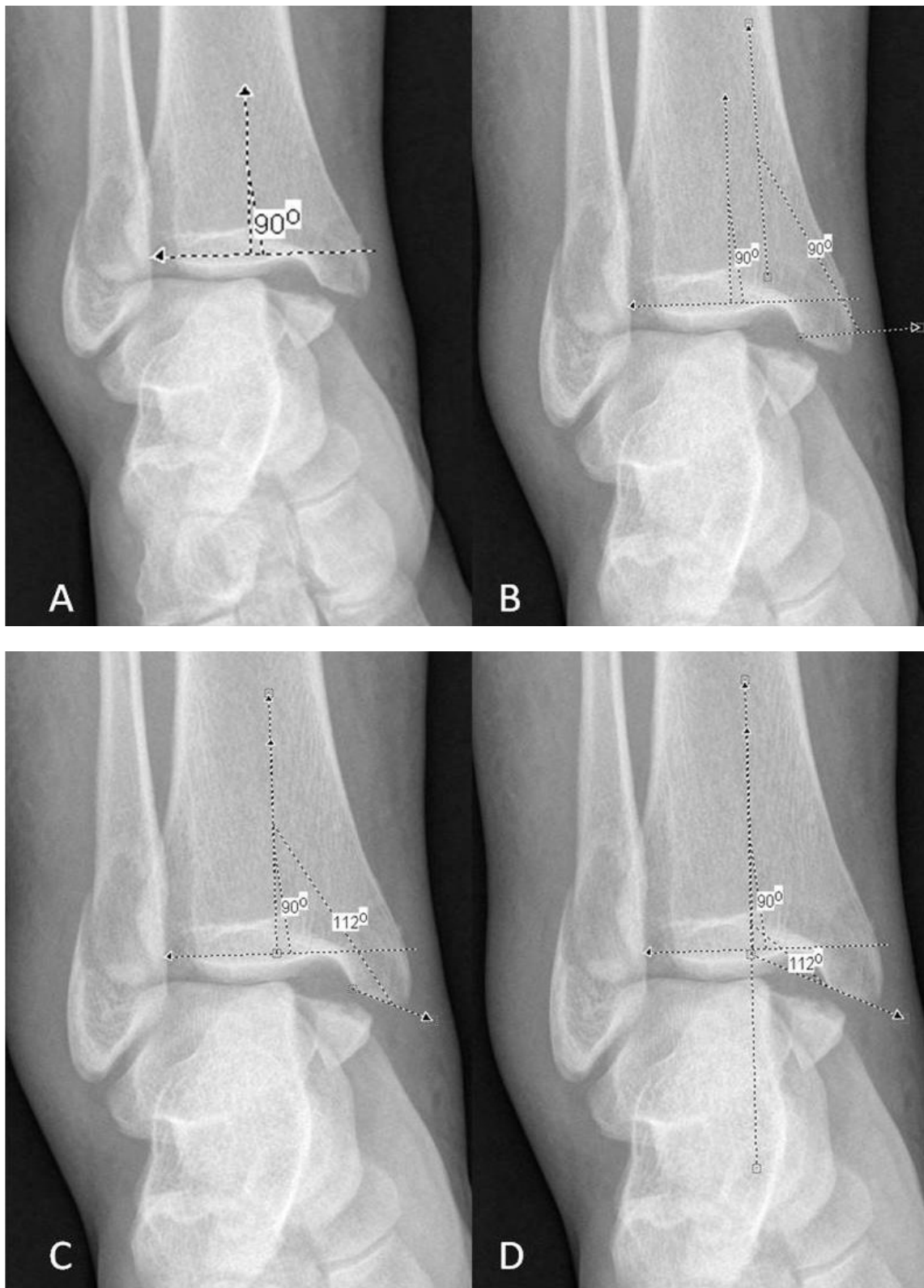
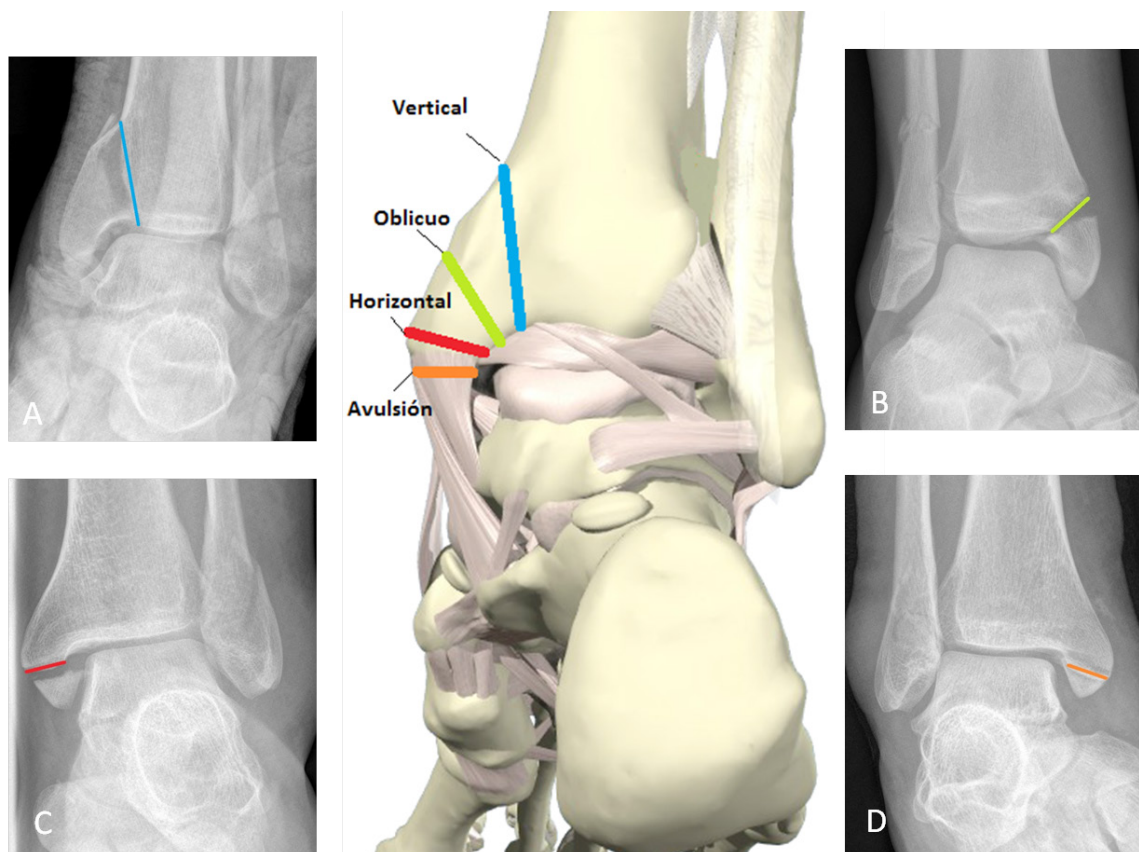


Figura 48. A: Obtención de una perpendicular a la superficie articular. B: superposición de un brazo del ángulo a la perpendicular. C: Situación del otro brazo en la línea formada entre los orígenes tibiales. D: Medición completada.

Para facilitar el objetivo de determinar si existe relación entre el valor del ángulo a estudio y la clasificación de Lauge-Hansen, según el valor numérico se han incluido en una categoría morfológica de la fractura maleolar descrita: trazos verticales (0° - 20°), oblicuos (21° - 80°), horizontales (81° - 95°) y avulsiones (96° - 180°). (Fig.49)



Igualmente, a través de la historia clínica electrónica hemos accedido a todos los protocolos quirúrgicos en busca de la mención explícita de la realización de pruebas de estrés intraoperatorias, anotando para cada paciente tres entradas posibles: pruebas de estrés positivas, negativas o desconocido. También se ha registrado la presencia de uno o más tornillos sindesmóticos como indicadores de lesión sindesmal.

En casos en los que no se utilizó un tornillo sindesmótico, pero aparecen arpones o tornillos de pequeños fragmentos para reparación de la inserción tibial (fragmento de Tillaux) o peronea (fragmento de Wagstaffe) del ligamento tibiofibular anteroinferior, o bien se describe la sutura intraoperatoria del cuerpo del mismo, consideramos lesión sindesmótica presente.

Se formó un equipo de trabajo para la recogida de datos, integrado por 3 médicos internos residentes del Servicio y el investigador principal. Cuando surgieron desacuerdos, se discutieron los casos hasta su resolución. De cada caso, se obtuvo un formulario completo en papel y se guardaron las radiografías iniciales asociadas a su número de historia en soporte informático para una nueva revisión. Tras ello, se volcaron los datos a una hoja de cálculo tipo Excel.

El siguiente paso, a la vista de los datos iniciales consistió en decidir qué fracturas presentaban lesión sindesmal asociada y cuáles no; como criterios mayores, se ha considerado lesión sindesmótica presente en todos los registros con prueba de estrés intraoperatoria positiva o con material quirúrgico para reparar dicha lesión y también, independientemente de lo anterior, en aquellos con medida del espacio tibiofibular mayor de 6 mm para aumentar la especificidad del diagnóstico. Hemos prestado especial atención a los casos con valores de este espacio situados entre 5 y 6 mm, para concluir que existió lesión si presentaban alterados también alguno del resto de los índices recogidos en la medición radiológica, utilizando estos por tanto, como criterios menores en la franja de controversia de los autores consultados.

Para eliminar la posibilidad de falsos positivos por variaciones anatómicas interpersonales, en la segunda fase del estudio se solicitó de nuevo la aprobación del Comité de Ética para contactar con los enfermos con lesión sindesmal de forma telefónica con el fin de que acudieran a las consultas externas para realizar una radiografía de los dos tobillos en carga de forma que se pudiera comparar el tobillo sano con el afectado.

Con objeto de obtener la fiabilidad inter e intraobservador y la reproducibilidad de la medición, cada investigador, vuelve a medir el ángulo a estudio en los sujetos con lesión sindesmótica en los casos en que hizo la medición inicial y las de los otros investigadores; así se obtiene una tabla de 4 columnas, una por cada evaluador para el cálculo de la fiabilidad interobservador y 4 tablas de 2 columnas para el cálculo intraobservador (con la medición inicial y con esta última). Estos datos fueron procesados para su análisis con la herramienta informática ReCal OIR (Reliability Calculator for Ordinal, Interval and Ratio data), que calcula el coeficiente alpha de Krippendorff para 2 ó más codificadores.

Por indicación del Comité, se creó una hoja de información al paciente y un Consentimiento Informado, mediante el cual, cada enfermo acepta someterse a la radiografía de tobillos bilateral en carga. Para obtenerlas, contamos con el permiso y participación del Servicio de Radiología, que designó un único aparato en una sala concreta para este estudio con el fin de que la técnica fuera similar y los resultados comparables. Los Técnicos Titulados Superiores de Radiodiagnóstico, conocían la finalidad de la prueba que ellos realizaban y los requisitos del estudio.

Las radiografías se obtuvieron de forma digital con el sistema PACS (Picture Archiving Communication System). El paciente se colocaba de pie sobre un banco radiotransparente, con los pies juntos y el hallux hacia el frente. La placa radiográfica se sitúa posterior al paciente, a una distancia de un metro del tubo de origen del haz de rayos, que se proyectan paralelos a la articulación tibioperoneoastragalina y centrados entre los tobillos. (Fig.50)

Se consiguió la colaboración de 35 de los 40 casos con presencia de lesión sindesmal.



Figura50. Obtención de la radiografía bilateral de tobillos en carga.

En cada radiografía anteroposterior bilateral en carga, se obtuvo la medida del espacio claro tibiofibular del tobillo afectado y del tobillo sano. También se registraron de nuevo, el espacio claro medial y el ángulo de inclinación astragalina puesto que son parámetros que pueden traducir artrosis precoz de tobillo y que no están incluidos en el sistema de clasificación por grados de van Dijk⁸⁶:

- 0: Articulación normal o esclerosis subcondral.
- I: Osteofitos sin estrechamiento del espacio articular.
- II: Estrechamiento del espacio articular con o sin osteofitos.
- III: (Sub)total desaparición o deformación del espacio articular.

A continuación, se presenta un ejemplo de la recogida de datos en la radiografía final y la comparación con la preoperatoria (Fig. 51):

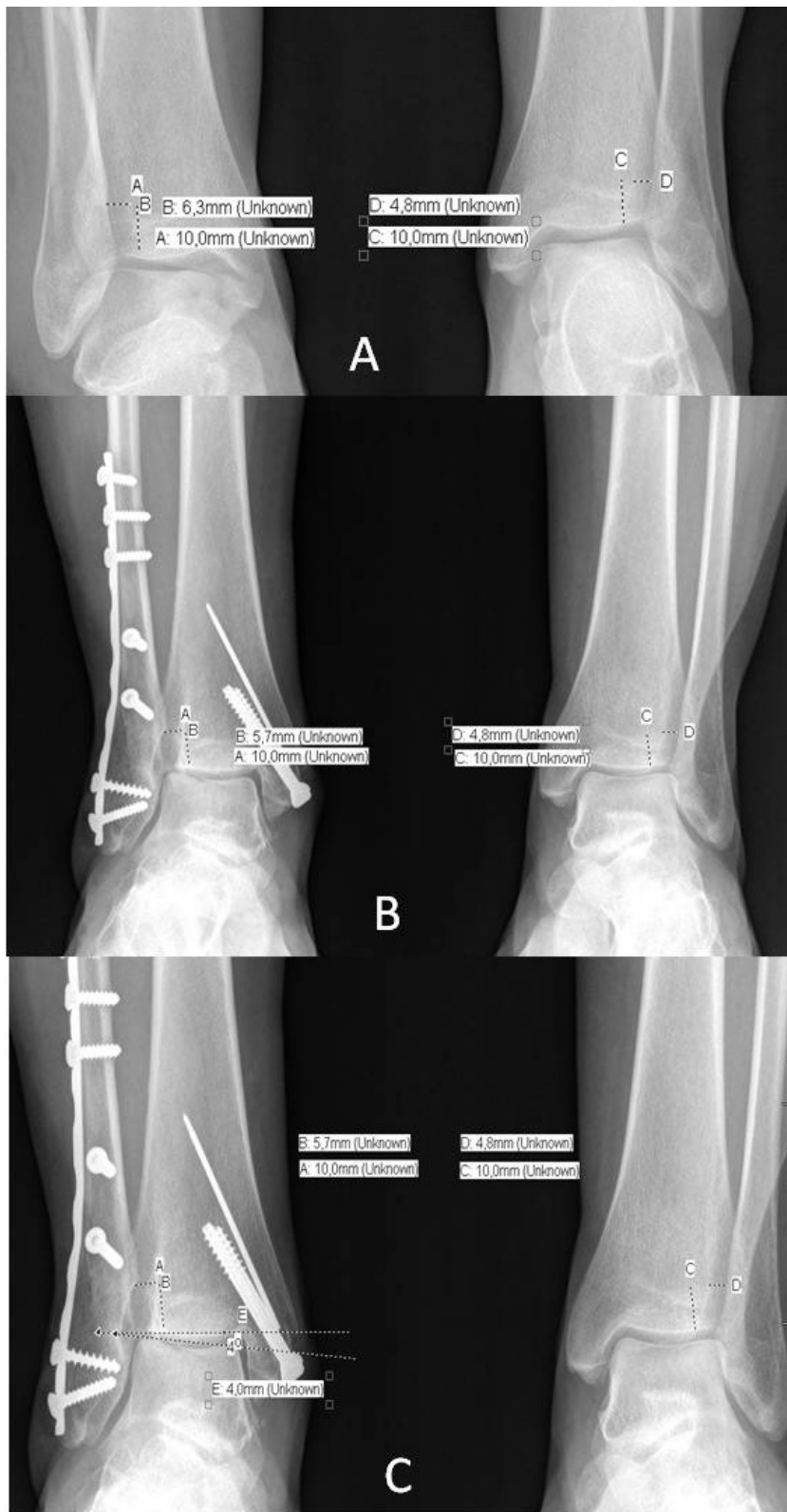


Figura 51. A: Radiografía preoperatoria con medida del espacio claro TF.
B: Radiografía postoperatoria y comparación del espacio TF con el lado sano.
C: Determinación del estadio van Dijk, espacio claro medial e inclinación astragalina.

Entre los 98 pacientes restantes, las mediciones postoperatorias se obtuvieron de la última radiografía de seguimiento, siempre que este fuera de un mínimo de un año, cumpliendo los requisitos 85 pacientes sin lesión, de modo que de la muestra total de 138 fracturas, se analizaron postoperatoriamente 120, con una pérdida total de 18 pacientes.

El trabajo estadístico y procesamiento de datos ha sido llevado a cabo por la Unidad de Investigación Clínica y Ensayos Clínicos del Instituto de Investigación Biomédica del Hospital 12 de Octubre. Una vez surgida la idea para esta Tesis Doctoral, se realizó una reunión inicial con dicha Unidad para la presentación del proyecto que se consideró viable y de interés científico, por lo que emite sus recomendaciones para la recogida de datos; tras su recolección, de la forma expuesta más arriba, se entregaron en formato digital (tabla Excel que se reproduce en apartado anexos) en una nueva reunión de trabajo en la que se acuerdan los puntos a tratar para cumplir los objetivos y confirmar o descartar las hipótesis.

Los métodos estadísticos utilizados a tal fin por dicha unidad son: regresión logística, análisis discriminante y una regla clínica ad hoc que han sido probados mediante validación cruzada^{87,90}; el apartado metodológico del informe emitido por la Unidad de Investigación se resume a continuación, para favorecer la posibilidad de reproducir los cálculos por otros autores.

Las comparaciones entre grupos de variables continuas se hacen usando el test no paramétrico Kruskal-Wallis⁸⁸, que en el caso de dos grupos es equivalente al de Wilcoxon. En la comparación entre variables categóricas se usa el test exacto de Fisher.

Uno de los métodos para relacionar una variable dependiente con variables independientes es la regresión $y = X\beta + \varepsilon$ donde y es el vector de n observaciones, X es una matriz con n observaciones y p predictores, β es el vector de los coeficientes de regresión y ε es el vector

de errores. El estimador de mínimos cuadrados de los coeficientes se define como, $\beta b = (X^T X)^{-1} X^T y$.

La regresión logística es un caso particular de modelo lineal (Searle⁸⁹ 1971),

$$E(y) = \mu = g^{-1}(X\beta)$$

Donde la función g es la función $\text{logit } X\beta = \ln\left(\frac{\mu}{1-\mu}\right)$ y μ definida como,

$$\mu = \frac{\exp(X\beta)}{1 + \exp(X\beta)} = \frac{1}{1 + \exp(-X\beta)}$$

Dado el conjunto G con K clases $k = 1, 2, \dots, K$ y x el vector de observaciones, una observación pertenece a la clase k si la probabilidad posterior es máxima.

$$P(G = k | \mathbf{x}) = \frac{h_k(\mathbf{x})\pi_k}{\sum_{l=1}^k h_l(\mathbf{x})\pi_l}$$

Con $h_k(x)$ la función de probabilidad x en la clase $G=k$ y π_k es la probabilidad a priori que incluye información previa sobre la distribución que conocemos.

Asumiendo que $h_k(x)$ sigue una distribución normal multivariante, con media π_k , matriz de varianzas-covarianzas Σ_k , y p dimensiones, se reescribe $h_k(x)$ en términos $\varphi(x)$

$$\varphi(\mathbf{x}) = \frac{1}{\sqrt{(2\pi)^p |\Sigma_k|}} \exp\left\{-\frac{(\mathbf{x} - \boldsymbol{\mu}_k)^T \Sigma_k^{-1} (\mathbf{x} - \boldsymbol{\mu}_k)}{2}\right\}$$

En el caso de análisis discriminante (Hastie y cols., 2009), se asume que la matriz de varianzas-covarianzas Σ es igual para todos los grupos, por ejemplo $\Sigma_k = \Sigma$ con $k = 1, 2, \dots, K$. El log-ratio es necesario para comparar dos grupos como sigue:

$$\begin{aligned} \log \frac{P(G = k | \mathbf{x})}{P(G = l | \mathbf{x})} &= \log \frac{\varphi_k(\mathbf{x})\pi_k}{\varphi_l(\mathbf{x})\pi_l} = \log \frac{\varphi_k(\mathbf{x})}{\varphi_l(\mathbf{x})} + \log \frac{\pi_k}{\pi_l} \\ &= \log \frac{\pi_k}{\pi_l} - \frac{1}{2}(\boldsymbol{\mu}_k + \boldsymbol{\mu}_l)^T \boldsymbol{\Sigma}^{-1}(\boldsymbol{\mu}_k - \boldsymbol{\mu}_l) + \mathbf{x}^T \boldsymbol{\Sigma}^{-1}(\boldsymbol{\mu}_k - \boldsymbol{\mu}_l) \end{aligned}$$

Y de esta expresión, definimos la función de discriminación lineal como,

$$\delta_k(\mathbf{x}) = \mathbf{x}^T \boldsymbol{\Sigma}^{-1} \boldsymbol{\mu}_k - \frac{1}{2} \boldsymbol{\mu}_k^T \boldsymbol{\Sigma}^{-1} \boldsymbol{\mu}_k + \log \pi_k$$

Esta última ecuación, es una ecuación lineal en \mathbf{x} con pendiente $\boldsymbol{\Sigma}^{-1} \boldsymbol{\mu}_k$, y término independiente

$\log \pi_k - \frac{1}{2} \boldsymbol{\mu}_k^T \boldsymbol{\Sigma}^{-1} \boldsymbol{\mu}_k$ la cual da una regla de decisión para clasificar una observación en el grupo k .

Una crítica a este método es la estimación de $\boldsymbol{\Sigma}^{-1}$ que juega un papel importante en la función discriminante además de que los datos se ajusten a una distribución normal.

La validación cruzada (Stone⁹⁰ 1974), es un método para comprobar la idoneidad de métodos predictivos. Dividimos aleatoriamente los datos en $K_{1,2,\dots,i,j,k}$ conjuntos con el mismo número de observaciones, cada uno con m casos en la misma proporción que la muestra inicial. De esos subconjuntos se reserva uno, K_i , como conjunto de validación o prueba para comprobar la habilidad predictiva del modelo estimado con los otros subconjuntos, o subconjunto de entrenamiento.

La medida utilizada para determinar la habilidad predictiva es el número de sujetos clasificados correctamente dividido por el número de individuos totales, es decir la precisión que en una

tabla de contingencia de 2×2 observados *versus* predichos se corresponde con la diagonal principal. Esto se repite con los K subconjuntos un total de n réplicas (Fig.52).

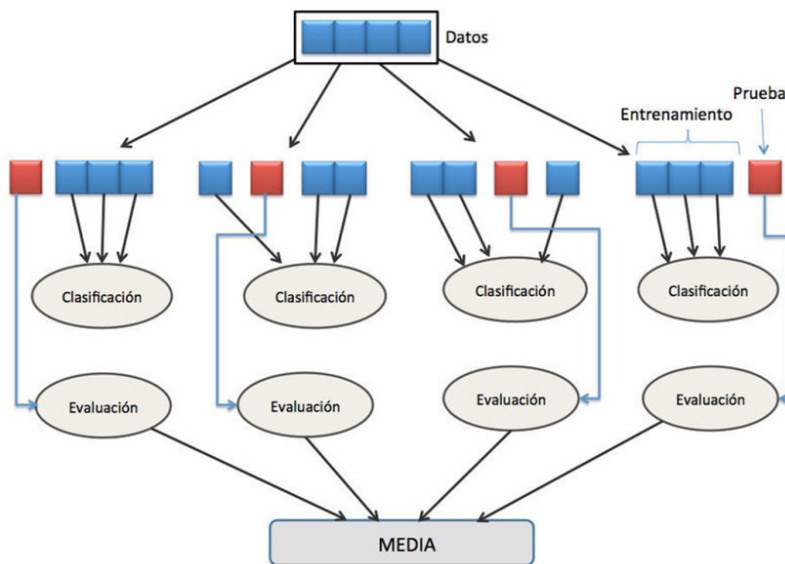


Figura 52. Esquema de validación

Resultados

Resultados

En este capítulo se presentan los hallazgos obtenidos en el desarrollo del estudio, organizados en secciones, según cada tipo de análisis realizado.

A.- En el análisis descriptivo, se presentan:

1. Primero las variables continuas (las que adoptan cualquier valor entre los números reales) y las relaciones entre ellas.
2. En segundo lugar, las variables categóricas (solo adoptan valores predeterminados, categorías o niveles).
3. Tercer bloque, tablas con las relaciones entre variables continuas y categóricas.
4. Relaciones entre variables categóricas.

B.- En el análisis predictivo, se muestran:

1. Regresión logística del mejor modelo predictivo
2. Análisis discriminante de dicho modelo
3. Capacidad predictiva del principal ángulo a estudio

C.- Correlación entre espacio claro medial pre y postoperatorio.

D.- Fiabilidad inter e intraobservador.

A.-Datos y análisis descriptivo

A1. Variables continuas

Se manejan 138 observaciones y 31 variables. Las variables continuas de interés se presentan en la tabla 1, mostrando una buena calidad en términos de datos ausentes. Se muestran las variables:

- ángulo principal a estudio, en la primera fila medido en grados y en la segunda en radianes,
- el espacio claro tibiofibular en milímetros,
- el número de maléolos lesionados,
- la edad en años,
- la medida del espacio claro medial pre y postoperatorio (abreviado, espacioclaro-post) en mm,
- el ángulo de inclinación astragalina pre y postoperatorio (abreviado, anguloastragalina post) en grados,
- el tiempo de hospitalización (tiempo) en días y
- el tiempo de seguimiento (seguimiento) en días.

En cuanto a las columnas, n indica el número de observaciones, seguido del valor mínimo (Min) observado para cada variable, valor del primer cuartil (q1), mediana, media, valor máximo alcanzado (Max), desviación estándar (s), rango intercuartílico (IQR) y número de datos no registrados (NA).

Variable	n	Min	q1	\tilde{x}	\bar{x}	q3	Max	s	IQR	#NA
angulo	138	0.0	75.0	88.0	84.7	97.8	136.0	24.0	22.8	0
rad	138	0.0	1.3	1.5	1.5	1.7	2.4	0.4	0.4	0
EspacioclaroTF	138	1.6	3.0	4.0	4.3	5.0	15.6	1.8	2.0	0
maleolos	138	1.0	2.0	2.0	2.4	3.0	3.0	0.6	1.0	0
Edad	137	14.0	39.0	55.0	54.3	69.0	93.0	19.5	30.0	1
Espacioclaromed	137	1.6	3.3	4.4	4.8	5.8	12.8	2.0	2.5	1
Espacioclaropost	120	0.0	3.0	3.8	3.8	4.8	6.5	1.1	1.8	18
Anguloinclastrag	138	0.0	0.0	1.0	1.8	2.0	16.0	2.6	2.0	0
Anguloastragalina	120	0.0	0.0	0.0	0.7	1.0	6.0	1.1	1.0	18
tiempo	138	0.0	3.2	7.0	19.1	13.0	762.0	73.3	9.8	0
seguimiento	138	379.0	709.0	946.5	950.5	1215.8	1545.0	337.8	506.8	0

Tabla 1. Variables continuas

Los valores del ángulo principal a estudio, oscilaron entre 0 y 136°, con una media de 84,7. El espacio claro tibiofibular, lo hizo entre 1,6 y 15,6 mm, con media y mediana próximas a 4 mm. Se observa una variación en la media del espacio claro medial de 1mm, desde 4,8 preoperatorio a 3,8 postoperatorio, mientras que el ángulo de inclinación astragalina cambió su media desde 1,8 en el preoperatorio a 0,7 después del seguimiento.

El tiempo medio de seguimiento fue de 950,5 días (2,6 años), con un mínimo de 379 (1 año y 14 días).

Una vez se hubo completado el protocolo de recogida de datos de cada paciente y convertido a un formato procesable, se intentó determinar qué variables ayudarían a conseguir mejor nuestro propósito de demostrar la correlación entre el ángulo del trazo de fractura del maléolo medial con la lesión sindesmal.

Para ello y por si aparecía alguna fuerte correlación que se debía investigar, se buscaron las correlaciones entre las principales variables continuas.

Es lo que muestra la figura 53, en la que cada variable se cruza con todas las demás; en el punto de corte de la diagonal superior del cuadrado, se muestra esquemáticamente la fuerza de correlación: cuanto más circular, menor es dicha correlación, y mayor cuanto más elíptica. En el punto de corte de la diagonal inferior del cuadrado, se muestra la misma información con valores numéricos; como puede observarse, no se obtuvo ninguna correlación estadísticamente significativa entre variables continuas con tests estadísticos no paramétricos.

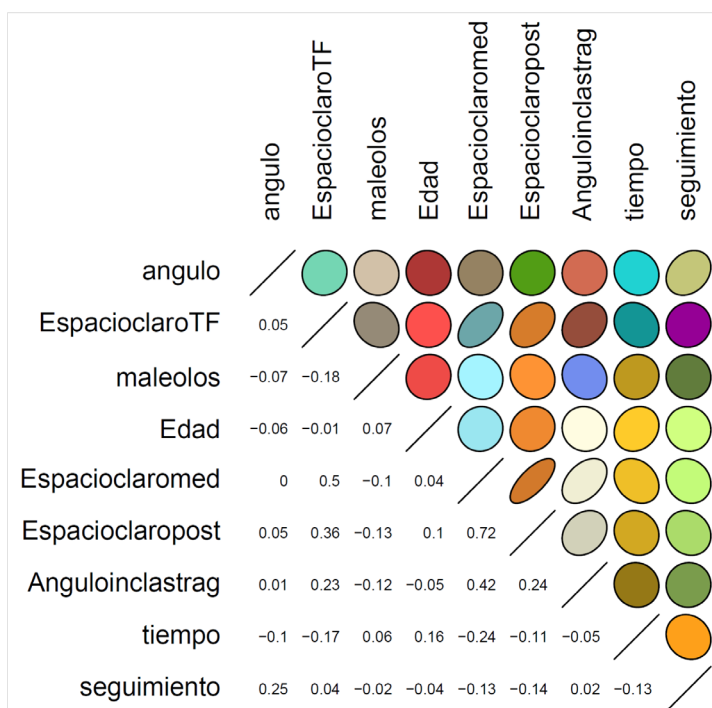


Figura 53. Correlación entre variables continuas

A2. Variables categóricas

Las principales variables categóricas se presentan en la tabla 2. Se muestran las variables:

- tipo de lesión según Lauge-Hansen con 4 categorías posibles (PABD, PER, SAD, SER),
- ángulo a estudio en 4 intervalos posibles: de 0-20° (fractura vertical del maléolo interno), de 21-80° (fractura oblicua), de 81-95° (fractura trasversa), ≥ 96° (avulsión),

- lesión sindesmal documentada (sí o no),
- prueba de estrés (positiva, negativa, desconocido),
- clasificación van Dijk (0,I,II,III).

Variable	Levels	n	%	∑ %
tipo	PABD	23	16.7	16.7
	PER	16	11.6	28.3
	SAD	9	6.5	34.8
	SER	90	65.2	100.0
	all	138	100.0	
angT	+96	40	29.0	29.0
	0-20	6	4.3	33.3
	21-80	44	31.9	65.2
	81-95	48	34.8	100.0
	all	138	100.0	
Lesionsindesmaldoc	NO	98	71.0	71.0
	SI	40	29.0	100.0
	all	138	100.0	
Pruebaestres	Desconocido	98	73.1	73.1
	Negativa	30	22.4	95.5
	Positiva	6	4.5	100.0
	all	134	100.0	
Van_Dijk	0	51	42.5	42.5
	1	22	18.3	60.8
	2	42	35.0	95.8
	3	5	4.2	100.0
	all	120	100.0	

Tabla 2. Variables categóricas.

En cuanto a las columnas, *n* indica el número de observaciones incluidas en cada categoría o nivel, y al lado su porcentaje y sumatorio.

Se recogieron un total de 23 fracturas clasificadas como PABD, que suponen un 16,7% del total de 138 fracturas, 16 fracturas tipo PER (11,6%), 9 SAD (6,5%) y 90 SER (65,2%).

En cuanto al ángulo a estudio categorizado, 6 fracturas con trazos verticales del maléolo medial (0-20°: 4,3%), 44 oblicuas (21-80°: 31,9%), 48 trasversas (81-95°: 34,8%) y 40 avulsiones ($\geq 96^\circ$: 29%).

Se encontraron 98 fracturas de tobillo sin lesión sindesmal asociada (71%), y 40 (29%) con lesión sindesmal documentada por los métodos descritos en el capítulo anterior.

No se encontraron alusiones a la prueba de estrés intraoperatoria en 98 pacientes (73,1%) y por ello se clasificaron como prueba de estrés desconocido; se encontraron 30 casos (22,4%) en los que se describía explícitamente que la prueba de estrés era negativa, y 6 casos (4,5%) en los que era positiva.

Como última variable categórica se presenta la clasificación van Dijk, encontrando 51 pacientes de los 120 que pudieron registrarse (42,5%) como estadio 0 de artrosis postraumática al final del seguimiento, 22 pacientes (18,3%) en estadio I, 42 (35%) con estrechamiento del espacio articular y 5 pacientes (4,2%) en estadio III con desaparición o deformación del espacio articular.

A3. Relaciones entre variables continuas y categóricas

Ante la ausencia de correlación no-paramétrica de las variables continuas, se intentó también como aproximación inicial, representar gráficamente las principales variables incluyendo cruces entre continuas y categóricas y como se muestra en la figura 54. Dentro de ella, en su primer gráfico, hay 3 variables implicadas puesto que cada punto rojo indica una observación con lesión sindesmal documentada (variable categórica), los puntos negros representan un paciente sin lesión, en ordenadas el valor del espacio claro tibiofibular y en abscisas el valor del ángulo principal a estudio. La dispersión es importante, pero observamos una tendencia hacia la locali-

zación de lesiones sindesmales en el cuadrante superior derecho, y ningún punto rojo indicador de lesión sindesmal con un ángulo menor de 60 grados.

El segundo gráfico representa la comparación de la mediana (línea gruesa) y desviación típica de la medida del principal ángulo a estudio entre los grupos con y sin lesión sindesmal ; el tercero, comparación de medianas de las mediciones del espacio claro tibiofibular en pacientes con y sin lesión sindesmal documentada; y el cuarto compara el número de maléolos fracturados entre los grupos.

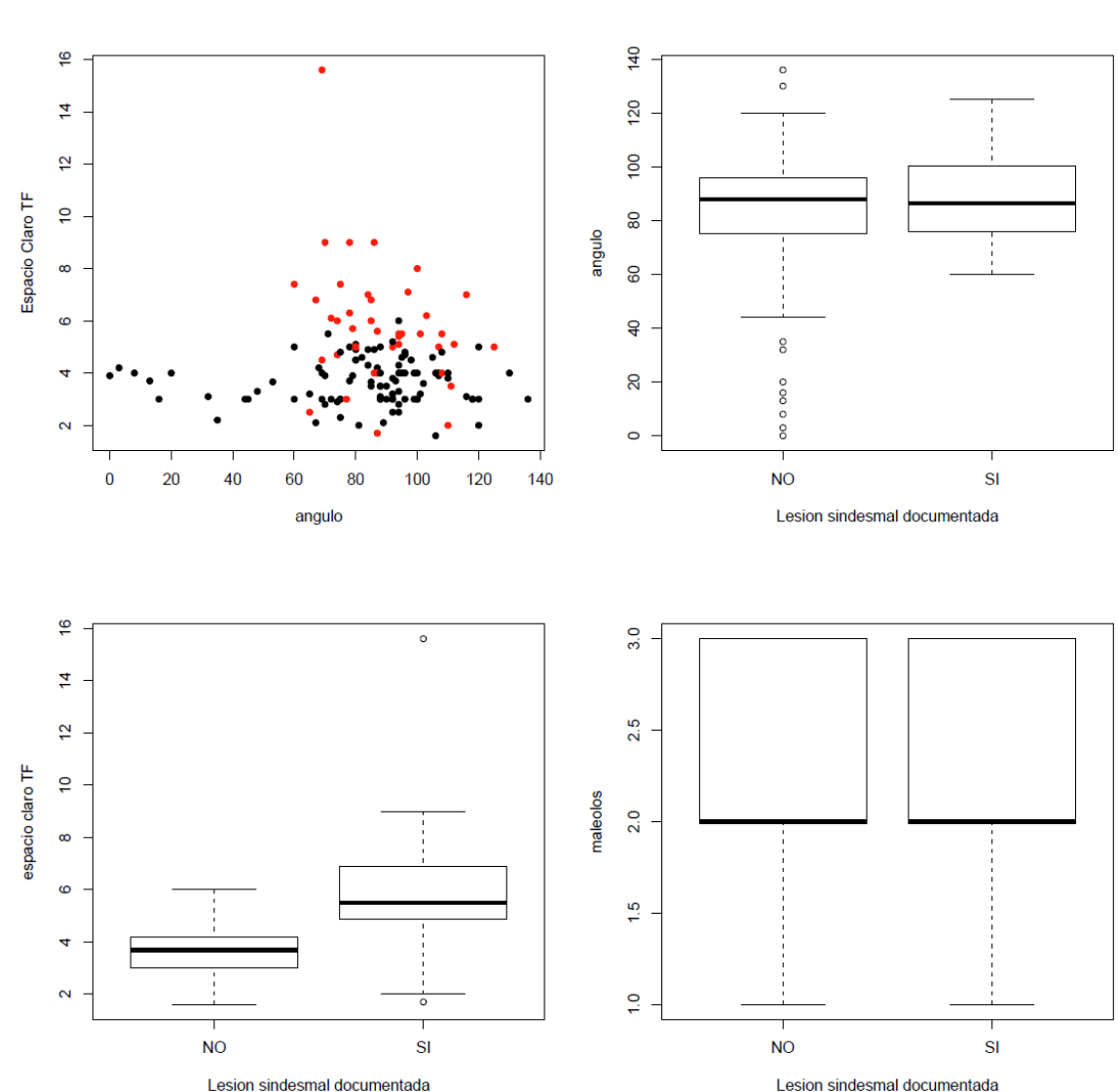


Figura 54. Gráficos de las principales variables consideradas.

La exposición de las tablas que a continuación se presentan (tablas 3 a 6), sigue un orden lógico para facilitar su lectura e interpretación. En la primera columna de la tabla, todas las variables continuas tal y como se presentaron en la tabla 1, junto con su significación estadística no-paramétrica; en la segunda columna, los niveles (levels) en que se divide la variable categórica con la que queremos relacionar cada variable continua; el resto de la tabla, muestra los resultados de cada variable, para cada nivel en el mismo orden que en la tabla 1: *n* indica el número de observaciones, seguido del valor mínimo (Min) observado para cada variable, valor del primer cuartil (q1), mediana, media, valor máximo alcanzado (Max), desviación estándar (*s*), rango intercuartílico (IQR) y número de datos no registrados (NA).

Variable	Levels	n	Min	\tilde{x}	\bar{x}	Max	IQR	C_v	s	#NA
angulo	NO	98	0.0	88.0	83.1	136.0	21.0	0.3	26.5	0
	SI	40	60.0	86.5	88.5	125.0	23.8	0.2	15.9	0
<i>p</i> = 0.75	all	138	0.0	88.0	84.7	136.0	22.8	0.3	24.0	0
rad	NO	98	0.0	1.5	1.5	2.4	0.4	0.3	0.5	0
	SI	40	1.0	1.5	1.5	2.2	0.4	0.2	0.3	0
<i>p</i> = 0.75	all	138	0.0	1.5	1.5	2.4	0.4	0.3	0.4	0
EspacioclaroTF	NO	98	1.6	3.7	3.7	6.0	1.2	0.2	0.9	0
	SI	40	1.7	5.5	5.8	15.6	1.9	0.4	2.4	0
<i>p</i> < 0.0001	all	138	1.6	4.0	4.3	15.6	2.0	0.4	1.8	0
maleolos	NO	98	1.0	2.0	2.4	3.0	1.0	0.3	0.6	0
	SI	40	1.0	2.0	2.4	3.0	1.0	0.2	0.5	0
<i>p</i> = 0.95	all	138	1.0	2.0	2.4	3.0	1.0	0.2	0.6	0
Edad	NO	98	14.0	55.0	53.8	93.0	31.0	0.4	19.8	0
	SI	39	22.0	54.0	55.6	88.0	30.5	0.3	18.6	1
<i>p</i> = 0.69	all	137	14.0	55.0	54.3	93.0	30.0	0.4	19.5	1
Espacioclaromed	NO	97	1.6	4.0	4.4	12.5	2.0	0.4	1.7	1
	SI	40	2.0	5.8	5.9	12.8	3.1	0.4	2.3	0
<i>p</i> = 0.0001	all	137	1.6	4.4	4.8	12.8	2.5	0.4	2.0	1
Espacioclaropost	NO	85	1.4	3.7	3.7	5.7	1.4	0.3	1.0	13
	SI	35	0.0	4.0	3.9	6.5	1.6	0.3	1.3	5
<i>p</i> = 0.22	all	120	0.0	3.8	3.8	6.5	1.8	0.3	1.1	18
Anguloinclastrag	NO	98	0.0	1.0	1.4	16.0	2.0	1.6	2.2	0
	SI	40	0.0	2.0	2.7	15.0	3.0	1.1	3.1	0
<i>p</i> = 0.0031	all	138	0.0	1.0	1.8	16.0	2.0	1.4	2.6	0
Anguloastragalinapost	NO	85	0.0	0.0	0.7	6.0	1.0	1.5	1.1	13
	SI	35	0.0	0.0	0.8	4.0	1.5	1.4	1.1	5
<i>p</i> = 0.90	all	120	0.0	0.0	0.7	6.0	1.0	1.5	1.1	18
tiempo	NO	98	0.0	6.0	18.1	762.0	9.8	4.3	77.1	0
	SI	40	0.0	7.0	21.6	399.0	11.2	3.0	63.9	0
<i>p</i> = 0.68	all	138	0.0	7.0	19.1	762.0	9.8	3.8	73.3	0
seguimiento	NO	98	392.0	946.5	948.9	1542.0	517.0	0.4	337.7	0
	SI	40	379.0	953.0	954.5	1545.0	499.0	0.4	342.2	0
<i>p</i> = 0.84	all	138	379.0	946.5	950.5	1545.0	506.8	0.4	337.8	0

Tabla 3. Variables continuas relacionadas con la variable categórica lesión sindesmal.

Lo primero que interesaba conocer, es si en las variables continuas existen diferencias entre el grupo con fractura de tobillo y lesión sindesmal asociada y el grupo con fractura de tobillo sin lesión sindesmal. Esto es lo que nos muestra la tabla 3, incluido el p-valor del test no paramétrico de Kruskal-Wallis para variables continuas.

El ángulo principal a estudio, arrojó unas medidas de 88° de mediana y $83,1^\circ$ de media en el grupo de 98 pacientes sin lesión sindesmal, mientras que en el grupo de 40 pacientes con lesión sindesmal la mediana fue de $86,5^\circ$ y la media de $88,5^\circ$. Estas diferencias no se consideran estadísticamente significativas ($p=0,75$), aunque se observan valores mínimos de 0° (máxima verticalidad del ángulo) en el grupo sin lesión sindesmal y de 60° en el grupo con lesión sindesmal.

Para el espacio claro tibiofibular, la mediana y media del grupo sin lesión sindesmal coinciden en 3,7 mm, siendo estas para el grupo con lesión de 5,5 y 5,8 mm respectivamente. La medida mínima para ambos grupos es similar (1,6 frente a 1,7), pero los valores máximos están muy distanciados: 6 mm de espacio claro tibiofibular máximo en el grupo sin lesión sindesmal, que fue el punto de corte establecido por encima del cual se establecía el diagnóstico de la lesión, frente a 15,6 mm para el grupo lesionado. Estas diferencias se muestran como estadísticamente significativas con $p<0,01$.

Otras variables con significación estadística de la diferencia entre los grupos fueron el espacio claro medial y el ángulo de inclinación astragalina preoperatorios. Mientras que la mediana de la medida del espacio claro medial se situó en el límite alto de la consideración patológica (4 mm) en el grupo sin lesión sindesmal, entre los pacientes con lesión fue de 5,8 mm. La mediana de la inclinación talar fue de 1° en el grupo sin lesión y de 2° en los lesionados (límite alto de la consideración patológica).

En el resto de variables comparadas entre los grupos sin y con lesión sindesmal, no se hallaron diferencias estadísticamente significativas.

A continuación, se pretendió comparar los valores que alcanzaba cada variable continua en los distintos grupos de fractura de tobillo clasificados según el sistema de Lauge-Hansen, lo que se muestra en la tabla 4.

Las diferencias en la medida del principal ángulo a estudio, fueron estadísticamente significativas entre los grupos ($p < 0,01$):

- En los 9 pacientes con fracturas en supinación-aducción, los valores del ángulo se situaron entre 0 y 77° , con mediana de 20° (el límite alto de consideración como fractura vertical) y media de $33,9^\circ$.
- En los 23 pacientes PABD, el ángulo osciló entre 70 y 130° , con mediana de 92° y media $94,8^\circ$.
- Para las 23 fracturas tipo PER, el ángulo mínimo fue de 44° con un máximo de 125° , mediana 82° y media $77,5^\circ$.
- Finalmente, en las fracturas en supinación-rotación externa que presentaron 90 sujetos de la muestra, el foco de fractura del maléolo interno mostró inclinaciones entre 3° de mínimo y 136° de máximo, con mediana de 89° y media $88,4^\circ$.

Variable	Levels	n	Min	\tilde{x}	\bar{x}	Max	IQR	C_v	s	#NA
angulo	PABD	23	70.0	92.0	94.8	130.0	12.0	0.2	14.3	0
	PER	16	44.0	82.0	77.5	125.0	34.2	0.3	23.0	0
	SAD	9	0.0	20.0	33.9	77.0	54.0	0.9	29.5	0
	SER	90	3.0	89.0	88.4	136.0	22.0	0.2	18.8	0
$p < 0.0001$	all	138	0.0	88.0	84.7	136.0	22.8	0.3	24.0	0
rad	PABD	23	1.2	1.6	1.7	2.3	0.2	0.2	0.3	0
	PER	16	0.8	1.4	1.4	2.2	0.6	0.3	0.4	0
	SAD	9	0.0	0.3	0.6	1.3	0.9	0.9	0.5	0
	SER	90	0.1	1.6	1.5	2.4	0.4	0.2	0.3	0
$p < 0.0001$	all	138	0.0	1.5	1.5	2.4	0.4	0.3	0.4	0
EspacioclaroTF	PABD	23	2.0	4.0	4.1	8.0	1.3	0.4	1.5	0
	PER	16	1.7	4.4	4.7	9.0	2.3	0.4	1.8	0
	SAD	9	2.2	3.9	3.9	6.8	1.0	0.3	1.3	0
	SER	90	1.6	4.0	4.3	15.6	2.0	0.4	1.9	0
$p = 0.56$	all	138	1.6	4.0	4.3	15.6	2.0	0.4	1.8	0
maleolos	PABD	23	1.0	2.0	2.0	3.0	0.0	0.3	0.6	0
	PER	16	1.0	2.5	2.3	3.0	1.0	0.3	0.8	0
	SAD	9	2.0	2.0	2.2	3.0	0.0	0.2	0.4	0
	SER	90	2.0	3.0	2.5	3.0	1.0	0.2	0.5	0
$p = 0.0012$	all	138	1.0	2.0	2.4	3.0	1.0	0.2	0.6	0
Edad	PABD	23	20.0	45.0	48.6	90.0	22.5	0.4	20.0	0
	PER	16	14.0	52.5	47.9	85.0	46.5	0.5	25.5	0
	SAD	9	23.0	32.0	35.4	62.0	12.0	0.4	12.5	0
	SER	89	21.0	60.0	58.9	93.0	24.0	0.3	16.9	1
$p = 0.00096$	all	137	14.0	55.0	54.3	93.0	30.0	0.4	19.5	1
Espacioclaromed	PABD	23	2.0	4.2	4.7	11.0	2.5	0.4	2.0	0
	PER	16	2.3	3.7	4.0	7.7	1.1	0.4	1.5	0
	SAD	9	2.8	5.8	5.4	9.2	2.0	0.4	2.0	0
	SER	89	1.6	4.5	5.0	12.8	2.3	0.4	2.1	1
$p = 0.16$	all	137	1.6	4.4	4.8	12.8	2.5	0.4	2.0	1
Espacioclaropost	PABD	17	0.0	3.8	3.8	5.7	1.6	0.3	1.3	6
	PER	14	2.9	3.4	3.7	6.5	0.8	0.3	1.0	2
	SAD	9	1.0	2.9	3.3	5.1	1.8	0.5	1.5	0
	SER	80	2.0	3.9	3.9	5.7	1.4	0.2	1.0	10
$p = 0.52$	all	120	0.0	3.8	3.8	6.5	1.8	0.3	1.1	18
Anguloinclastrag	PABD	23	0.0	1.0	1.6	8.0	2.0	1.3	2.1	0
	PER	16	0.0	1.0	1.5	7.0	2.0	1.2	1.8	0
	SAD	9	0.0	1.0	2.9	16.0	3.0	1.8	5.1	0
	SER	90	0.0	1.0	1.8	15.0	2.0	1.4	2.4	0
$p = 0.99$	all	138	0.0	1.0	1.8	16.0	2.0	1.4	2.6	0
Anguloastragalinapost	PABD	17	0.0	0.0	0.6	6.0	0.0	2.4	1.5	6
	PER	14	0.0	0.0	0.5	3.0	0.8	1.9	0.9	2
	SAD	9	0.0	0.0	0.7	3.0	1.0	1.7	1.1	0
	SER	80	0.0	0.0	0.8	4.0	1.2	1.2	1.0	10
$p = 0.34$	all	120	0.0	0.0	0.7	6.0	1.0	1.5	1.1	18
tiempo	PABD	23	2.0	7.0	13.1	70.0	8.5	1.1	14.9	0
	PER	16	0.0	7.5	63.0	762.0	16.5	3.0	188.3	0
	SAD	9	2.0	6.0	11.3	42.0	6.0	1.1	12.5	0
	SER	90	0.0	6.0	13.7	399.0	8.8	3.1	42.8	0
$p = 0.33$	all	138	0.0	7.0	19.1	762.0	9.8	3.8	73.3	0
seguimiento	PABD	23	506.0	1250.0	1134.7	1545.0	498.5	0.3	337.1	0
	PER	16	379.0	868.0	923.4	1521.0	336.2	0.4	360.5	0
	SAD	9	426.0	905.0	949.8	1512.0	546.0	0.4	371.1	0
	SER	90	392.0	930.0	908.3	1544.0	485.0	0.4	320.2	0
$p = 0.04$	all	138	379.0	946.5	950.5	1545.0	506.8	0.4	337.8	0

Tabla 4. Variables continuas relacionadas con tipo de lesión según Lauge-Hansen.

Las fracturas uni, bi y trimaleolares también se distribuyeron entre los grupos de Lauge-Hansen con diferencias estadísticamente significativas ($p < 0,01$): entre los sujetos con fracturas tipo SAD (mediana 2 maleolos) y SER (mediana 3 maleolos) no aparecieron fracturas unimaleolares (que por el diseño de este estudio corresponderían a fracturas aisladas del maléolo interno), que sí se observaron en las fracturas en pronación, tanto con abducción como con rotación externa (mediana 2 y 2,5 respectivamente).

Aparecieron diferencias significativas entre la edad de los individuos afectados por cada tipo de fractura. Las tipo SAD propias de edades con mediana 32 años; 45 años para las PABD; 52,5 para las PER y 60 años para las fracturas tipo SER.

El tiempo de seguimiento fue mayor para las 23 fracturas PABD con mediana de 1250 días y media de 1134,7 respecto a los 946,5 de mediana y 950,5 de media del total de 138 pacientes, siendo esta diferencia significativa ($p = 0,04$).

El siguiente paso en la búsqueda de hallazgos consistió en cruzar las variables continuas con el ángulo principal a estudio convertido en variable categórica con 4 entradas posibles: 0-20° o fractura vertical, 21-80° o fractura oblicua, 81-95° o fractura horizontal y $\geq 96^\circ$ o avulsión. Los resultados se muestran en la tabla 5 y se exponen a continuación.

Variable	Levels	n	Min	\tilde{x}	\bar{x}	Max	IQR	C_v	s	#NA
angulo	+96	40	96.0	107.0	108.0	136.0	13.0	0.1	9.8	0
	0-20	6	0.0	10.5	10.0	20.0	11.0	0.8	7.7	0
	21-80	44	32.0	71.5	68.5	80.0	10.8	0.2	12.0	0
	81-95	48	81.0	88.5	89.4	95.0	6.5	0.0	3.9	0
$p < 0.0001$	all	138	0.0	88.0	84.7	136.0	22.8	0.3	24.0	0
rad	+96	40	1.7	1.9	1.9	2.4	0.2	0.1	0.2	0
	0-20	6	0.0	0.2	0.2	0.3	0.2	0.8	0.1	0
	21-80	44	0.6	1.2	1.2	1.4	0.2	0.2	0.2	0
	81-95	48	1.4	1.5	1.6	1.7	0.1	0.0	0.1	0
$p < 0.0001$	all	138	0.0	1.5	1.5	2.4	0.4	0.3	0.4	0
EspacioclaroTF	+96	40	1.6	4.0	4.1	8.0	1.8	0.3	1.4	0
	0-20	6	3.0	4.0	3.8	4.2	0.2	0.1	0.4	0
	21-80	44	2.1	4.1	4.6	15.6	2.2	0.5	2.4	0
	81-95	48	1.7	4.0	4.2	9.0	1.8	0.3	1.4	0
$p = 0.93$	all	138	1.6	4.0	4.3	15.6	2.0	0.4	1.8	0
maleolos	+96	40	1.0	2.0	2.4	3.0	1.0	0.2	0.6	0
	0-20	6	2.0	2.0	2.3	3.0	0.8	0.2	0.5	0
	21-80	44	1.0	2.0	2.4	3.0	1.0	0.3	0.7	0
	81-95	48	1.0	2.0	2.4	3.0	1.0	0.2	0.6	0
$p = 0.88$	all	138	1.0	2.0	2.4	3.0	1.0	0.2	0.6	0
Edad	+96	40	15.0	54.0	52.8	89.0	29.5	0.3	18.2	0
	0-20	6	23.0	30.0	34.2	63.0	10.8	0.4	15.0	0
	21-80	44	14.0	62.5	59.3	93.0	25.2	0.3	20.4	0
	81-95	47	20.0	52.0	53.6	90.0	30.0	0.3	18.5	1
$p = 0.02$	all	137	14.0	55.0	54.3	93.0	30.0	0.4	19.5	1
Espacioclaromed	+96	40	1.6	5.0	4.9	9.9	2.5	0.4	1.8	0
	0-20	6	3.0	5.0	5.3	9.2	2.6	0.4	2.3	0
	21-80	44	2.7	4.4	4.9	12.8	2.1	0.4	2.0	0
	81-95	47	2.0	4.0	4.7	12.5	2.5	0.5	2.2	1
$p = 0.47$	all	137	1.6	4.4	4.8	12.8	2.5	0.4	2.0	1
Espacioclaropost	+96	33	2.1	4.1	4.2	5.6	1.5	0.2	0.9	7
	0-20	6	1.4	3.3	3.2	4.4	1.4	0.4	1.1	0
	21-80	39	1.0	3.8	3.8	6.5	1.7	0.3	1.1	5
	81-95	42	0.0	3.4	3.5	5.7	1.4	0.3	1.1	6
$p = 0.04$	all	120	0.0	3.8	3.8	6.5	1.8	0.3	1.1	18
Anguloinclastrag	+96	40	0.0	1.0	1.3	7.0	2.0	1.4	1.9	0
	0-20	6	0.0	0.0	3.0	16.0	1.5	2.1	6.4	0
	21-80	44	0.0	1.0	2.0	15.0	2.0	1.5	2.9	0
	81-95	48	0.0	1.0	1.8	8.0	3.0	1.0	1.9	0
$p = 0.29$	all	138	0.0	1.0	1.8	16.0	2.0	1.4	2.6	0
Anguloastragalinapost	+96	33	0.0	0.0	0.8	3.0	2.0	1.3	1.1	7
	0-20	6	0.0	0.0	0.5	3.0	0.0	2.4	1.2	0
	21-80	39	0.0	0.0	0.6	3.0	1.0	1.5	0.9	5
	81-95	42	0.0	0.0	0.8	6.0	1.0	1.6	1.2	6
$p = 0.70$	all	120	0.0	0.0	0.7	6.0	1.0	1.5	1.1	18
tiempo	+96	40	0.0	6.0	7.9	37.0	6.5	1.0	7.9	0
	0-20	6	2.0	4.5	6.8	18.0	6.2	0.9	6.2	0
	21-80	44	0.0	7.0	37.6	762.0	9.2	3.4	127.0	0
	81-95	48	0.0	7.5	13.1	110.0	9.5	1.5	19.3	0
$p = 0.33$	all	138	0.0	7.0	19.1	762.0	9.8	3.8	73.3	0
seguimiento	+96	40	400.0	1116.5	1045.0	1534.0	536.0	0.3	333.0	0
	0-20	6	519.0	1031.5	1018.8	1512.0	503.5	0.4	373.6	0
	21-80	44	392.0	876.5	886.0	1544.0	465.0	0.4	339.7	0
	81-95	48	379.0	937.5	922.3	1545.0	450.0	0.4	327.4	0
$p = 0.14$	all	138	379.0	946.5	950.5	1545.0	506.8	0.4	337.8	0

Tabla 5. Variables continuas relacionadas con el ángulo principal a estudio categorizado.

La diferencia entre el valor numérico del ángulo principal a estudio en cada uno de estos tipos de fractura es estadísticamente significativa, puesto que los grupos no se solapan; las avulsiones presentan un valor medio del ángulo de 108° , las fracturas verticales 10° , las oblicuas $68,5^\circ$ y las horizontales $89,4^\circ$.

El espacio claro tibiofibular resultó muy similar para todos los niveles, como muestra una mediana común de 4mm (excepto para las fracturas oblicuas, que fue solo 1 mm superior, con 4,1 mm).

Por edades, sí se encontraron diferencias significativas ($p=0,02$), observando que los pacientes son más jóvenes (mediana de edad 30 años) en las fracturas más verticales, mientras que las fracturas oblicuas se presentan con mediana de edad 62,5 años.

También se encontraron diferencias con significación estadística ($p=0,04$) en las mediciones del espacio claro medial al final del seguimiento para esta división de la muestra; diferencias originadas por un valor mínimo de 0 mm en las fracturas horizontales, 1 mm en las oblicuas, 1,4 mm en las trasversas y 2,1 en las avulsiones.

Para finalizar este tercer bloque del análisis descriptivo, se centró la atención en las posibles correlaciones entre variables continuas y la presencia de artrosis postraumática indicada por la clasificación de van Dijk al final del seguimiento en los pacientes con lesión sindesmal documentada. Estos resultados se muestran en la tabla 6 y se exponen a continuación.

Variable	Levels	n	Min	\tilde{x}	\bar{x}	Max	IQR	C _v	s	#NA
angulo	0	8	69.0	90.5	88.6	108.0	29.8	0.2	16.5	0
	1	9	60.0	87.0	89.0	112.0	22.0	0.2	17.2	0
	2	16	65.0	89.5	89.2	125.0	22.0	0.2	17.0	0
	3	2	77.0	80.5	80.5	84.0	3.5	0.1	4.9	0
	5	75.0	85.0	88.4	116.0	6.0	0.2	16.0	0	
<i>p</i> = 0.86	all	40	60.0	86.5	88.5	125.0	23.8	0.2	15.9	0
rad	0	8	1.2	1.6	1.5	1.9	0.5	0.2	0.3	0
	1	9	1.0	1.5	1.6	2.0	0.4	0.2	0.3	0
	2	16	1.1	1.6	1.6	2.2	0.4	0.2	0.3	0
	3	2	1.3	1.4	1.4	1.5	0.1	0.1	0.1	0
	5	1.3	1.5	1.5	2.0	0.1	0.2	0.3	0	
<i>p</i> = 0.86	all	40	1.0	1.5	1.5	2.2	0.4	0.2	0.3	0
EspacioclaroTF	0	8	4.5	5.5	6.9	15.6	1.5	0.5	3.8	0
	1	9	3.5	6.0	6.1	9.0	2.3	0.3	1.8	0
	2	16	1.7	5.5	5.2	9.0	1.5	0.4	1.9	0
	3	2	3.0	5.0	5.0	7.0	2.0	0.6	2.8	0
	5	4.0	6.0	5.9	7.4	2.0	0.2	1.4	0	
<i>p</i> = 0.87	all	40	1.7	5.5	5.8	15.6	1.9	0.4	2.4	0
maleolos	0	8	2.0	2.0	2.4	3.0	1.0	0.2	0.5	0
	1	9	2.0	2.0	2.4	3.0	1.0	0.2	0.5	0
	2	16	1.0	2.5	2.4	3.0	1.0	0.3	0.6	0
	3	2	2.0	2.5	2.5	3.0	0.5	0.3	0.7	0
	5	2.0	2.0	2.2	3.0	0.0	0.2	0.4	0	
<i>p</i> = 0.98	all	40	1.0	2.0	2.4	3.0	1.0	0.2	0.5	0
Edad	0	8	34.0	65.0	58.0	79.0	25.8	0.3	17.1	0
	1	8	24.0	55.0	53.2	78.0	33.0	0.4	19.4	1
	2	16	22.0	51.5	56.4	86.0	32.2	0.3	19.7	0
	3	2	29.0	37.0	37.0	45.0	8.0	0.3	11.3	0
	5	34.0	63.0	60.8	88.0	17.0	0.3	20.1	0	
<i>p</i> = 0.46	all	39	22.0	54.0	55.6	88.0	30.5	0.3	18.6	1
Espacioclaromed	0	8	4.0	5.3	5.5	7.7	1.8	0.2	1.3	0
	1	9	2.3	5.1	5.9	9.9	4.0	0.5	2.8	0
	2	16	2.0	5.5	5.2	7.4	2.1	0.3	1.5	0
	3	2	6.0	8.5	8.5	11.0	2.5	0.4	3.5	0
	5	3.0	8.0	8.0	12.8	2.0	0.4	3.5	0	
<i>p</i> = 0.42	all	40	2.0	5.8	5.9	12.8	3.1	0.4	2.3	0
Espacioclaropost	0	8	3.4	4.7	4.5	5.1	0.7	0.1	0.6	0
	1	9	3.0	3.8	3.8	5.6	0.7	0.2	0.8	0
	2	16	2.0	4.0	4.1	6.5	1.7	0.3	1.2	0
	3	2	0.0	0.5	0.5	1.0	0.5	1.4	0.7	0
	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
<i>p</i> = 0.04	all	35	0.0	4.0	3.9	6.5	1.6	0.3	1.3	5
Anguloinclastrag	0	8	0.0	2.5	2.6	7.0	2.2	0.8	2.2	0
	1	9	0.0	2.0	2.2	9.0	3.0	1.3	2.8	0
	2	16	0.0	2.0	2.3	7.0	3.0	0.9	2.0	0
	3	2	0.0	4.0	4.0	8.0	4.0	1.4	5.7	0
	5	0.0	1.0	4.2	15.0	3.0	1.5	6.2	0	
<i>p</i> = 0.92	all	40	0.0	2.0	2.7	15.0	3.0	1.1	3.1	0
Anguloastragalinapost	0	8	0.0	1.0	1.0	2.0	2.0	0.9	0.9	0
	1	9	0.0	0.0	0.3	2.0	0.0	2.1	0.7	0
	2	16	0.0	0.0	1.0	4.0	2.0	1.4	1.4	0
	3	2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	NaN	0.0	0
	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
<i>p</i> = 0.28	all	35	0.0	0.0	0.8	4.0	1.5	1.4	1.1	5
tiempo	0	8	0.0	6.0	18.8	110.0	6.0	2.0	37.2	0
	1	9	0.0	7.0	7.4	20.0	3.0	0.8	6.0	0
	2	16	0.0	7.5	34.6	399.0	17.0	2.8	97.6	0
	3	2	16.0	29.0	29.0	42.0	13.0	0.6	18.4	0
	5	0.0	9.0	7.4	15.0	9.0	0.8	6.3	0	
<i>p</i> = 0.34	all	40	0.0	7.0	21.6	399.0	11.2	3.0	63.9	0
seguimiento	0	8	379.0	565.5	636.1	998.0	407.8	0.4	245.4	0
	1	9	415.0	929.0	863.7	1212.0	261.0	0.3	264.1	0
	2	16	424.0	1047.0	1004.9	1357.0	401.8	0.3	284.5	0
	3	2	1197.0	1371.0	1371.0	1545.0	174.0	0.2	246.1	0
	5	728.0	1418.0	1299.0	1544.0	225.0	0.3	334.3	0	
<i>p</i> = 0.02	all	40	379.0	953.0	954.5	1545.0	499.0	0.4	342.2	0

Tabla 6. Variables continuas relacionadas con la clasificación van Dijk en pacientes con lesión sindesmótica presente.

Entre los 35 pacientes con lesión sindesmal que completaron el seguimiento y de los que se obtuvo radiografía final en carga, el espacio claro medial que se midió en esa radiografía presentaba diferencias significativas ($p < 0,05$) según el grado de van Dijk por el que se clasificaron. Los pacientes con van Dijk 0, presentaron una mediana de este espacio de 4,7 mm con media 4,5. En los clasificados como van Dijk I este espacio se reduce hasta 3,8 mm de mediana y media, para volver a 4 mm de mediana y 4,1 mm de media en los 16 pacientes van Dijk II y caer hasta 0,5 mm de espacio claro medial por destrucción articular en el grado más alto, esto es van Dijk III.

No se confirmaron las diferencias esperadas en el ángulo de inclinación astragalina postoperatorio por grados de artrosis postraumática, lo que abre una vía para la posterior discusión, ya que en todos los grupos el paralelismo entre superficie articular tibial y astragalina se sitúa en valores de normalidad, con mediana de 1° en los sujetos con 0 en la clasificación van Dijk y 0° en los grupos I, II y III.

En cuanto al tiempo de seguimiento, sí fue significativamente más largo ($p = 0,02$) cuanto mayor gravedad de la artrosis, observando aumento progresivo del tiempo medio de seguimiento: 636,1 días en el grado 0, 863,7 días en el grado I, 1004,9 días en el grado II y 1371 días en el grado III.

A4. Relaciones entre variables categóricas

Para finalizar el análisis descriptivo, solo resta comparar las variables categóricas entre sí. La tabla 7 muestra las correlaciones entre el resto de las variables categóricas y la variable lesión sindesmal, e incluye el p-valor del test de Fisher.

Variable	Levels	n _{NO}	% _{NO}	∑ % _{NO}	n _{SI}	% _{SI}	∑ % _{SI}	n _{all}	% _{all}	∑ % _{all}
tipo	PABD	17	17.4	17.4	6	15.0	15.0	23	16.7	16.7
	PER	8	8.2	25.5	8	20.0	35.0	16	11.6	28.3
	SAD	6	6.1	31.6	3	7.5	42.5	9	6.5	34.8
	SER	67	68.4	100.0	23	57.5	100.0	90	65.2	100.0
<i>p</i> = 0.24	all	98	100.0		40	100.0		138	100.0	
angT	+96	28	28.6	28.6	12	30.0	30.0	40	29.0	29.0
	0-20	6	6.1	34.7	0	0.0	30.0	6	4.3	33.3
	21-80	29	29.6	64.3	15	37.5	67.5	44	31.9	65.2
	81-95	35	35.7	100.0	13	32.5	100.0	48	34.8	100.0
<i>p</i> = 0.40	all	98	100.0		40	100.0		138	100.0	
Pruebaestres	Desconocido	75	76.5	76.5	23	57.5	57.5	98	71.0	71.0
	Negativa	19	19.4	95.9	11	27.5	85.0	30	21.7	92.8
	Positiva	0	0.0	95.9	6	15.0	100.0	6	4.3	97.1
	missing	4	4.1	100.0	0	0.0	100.0	4	2.9	100.0
<i>p</i> = 0.001	all	98	100.0		40	100.0		138	100.0	
Van_Dijk	0	43	50.6	50.6	8	22.9	22.9	51	42.5	42.5
	1	13	15.3	65.9	9	25.7	48.6	22	18.3	60.8
	2	26	30.6	96.5	16	45.7	94.3	42	35.0	95.8
	3	3	3.5	100.0	2	5.7	100.0	5	4.2	100.0
<i>p</i> = 0.04	all	85	100.0		35	100.0		120	100.0	

Tabla 7. Variables categóricas según lesión p-valor del test de Fisher.

Cabe destacar la ausencia de asociación entre el tipo de la clasificación según Lauge-Hansen y la presencia de lesión sindesmal.

Tampoco existe correlación estadísticamente significativa con tests no paramétricos entre los tipos de fractura clasificados en cuanto a horizontalidad del trazo del maléolo interno y la presencia de lesión sindesmal, aunque aparecieron 0 observaciones de lesiones sindesmóticas entre las fracturas verticales (trazos del maléolo interno con valores del ángulo principal a estudio entre 0 y 20°).

Se encontró correlación significativa ($p < 0,01$) entre la prueba de estrés y la presencia de lesión sindesmal. Se registró como desconocida en 98 pacientes (71% del total de 138), siendo de estos finalmente clasificados 75 de ellos sin lesión sindesmal asociada y 23 con lesión. De los 30 casos en que figuraba como negativa, realmente 19 no tenían lesión sindesmal y 11 sí la presentaban como indicó un aumento en su espacio claro tibiofibular o la presencia de material quirúrgico para reparar la sindesmosis. De los 6 casos en que se registró como positiva tanto por tracción lateral en la

maniobra de Cotton o por la maniobra de rotación externa, todos ellos se clasificaron como lesión sindesmótica presente.

Las diferencias en el estadio de artrosis postraumática de van Dijk obtienen rango de estadísticamente significativas ($p=0,04$) entre el grupo con lesión y el grupo que no la presenta. De los 85 pacientes sin lesión, 43 (50,6%) se sitúan en estadio 0, 13 (15,3%) en estadio I, 26 (30,6%) en estadio II y 3 (3,5%) en estadio III. Entre los 35 pacientes con lesión sindesmal asociada, 8 (22,9%) se sitúan en estadio 0, 9 (25,7%) en estadio I, 16 (45,7%) en estadio II y 2 (5,7%) en estadio III.

B.- Análisis Predictivo

Como objetivo principal del estudio, se marcó el desarrollo de un modelo predictivo de la lesión sindesmal basado en el ángulo principal desarrollado para esta Tesis Doctoral.

Con los métodos estadísticos expuestos en el capítulo anterior, se desarrolló dicho modelo.

B1. Regresión logística

Se buscó el modelo que mejor explicara la variable dicotómica lesión sindesmal sí o no. Para ello se planteó,

Lesión (1,0) $\approx \beta$ (ángulo, espacio claro TF, sexo, edad, tipo L-H, maléolos, tiempo, prueba de estrés).

Tras una selección de variables se llega al mejor modelo posible en términos de AIC (Criterio de Información Akaike⁹¹ 1974) como medida de la calidad relativa del mismo, respecto a otros modelos que podían generarse.

El modelo elegido se presenta en la tabla 8 con sus correspondientes odds ratio en la tabla 9, resultando significativas las variables ángulo, espacio claro tibiofibular y tipo de lesión según Lau-ge-Hansen.

	Estimate	Std. Error	z value	Pr(> z)
(Intercept)	-10.6926	2.2458	-4.76	0.0000
ángulo	0.0383	0.0158	2.43	0.0151
EspacioclaroTF	1.3729	0.2690	5.10	0.0000
tipoPER	1.3531	1.0177	1.33	0.1837
tipoSAD	3.3042	1.5618	2.12	0.0344
tipoSER	-0.1728	0.7431	-0.23	0.8161

Tabla 8. Mejor modelo estimado para la predicción de lesión sindesmal.

El valor de cada una de las 3 variables se multiplica por los coeficientes expuestos en la tabla.

	OR	2.5 %	97.5 %
ángulo	1.04	1.01	1.07
EspacioclaroTF	3.95	2.47	7.16
tipoPER	3.87	0.55	31.69
tipoSAD	27.23	1.40	737.09
tipoSER	0.84	0.20	3.94

Tabla 9. OR e intervalos de confianza asociados al mejor modelo estimado.

Para validar el modelo presentado en las tablas 8 y 9, se plantea un esquema de validación cruzada al modo expuesto en el capítulo de Material y Métodos. Dado que se contaba con 40 casos de lesión sindesmal, se iban colocando aleatoriamente 10 de ellos en cada subconjunto que se rellenaba con 40 pacientes sin lesión; esto se repitió en múltiples ocasiones simulando una muestra muy grande, con las proporciones de la real, que se somete al análisis de la capacidad de predicción del modelo desarrollado. El resultado obtenido mediante esta técnica de validación fue, que la media del porcentaje de pacientes correctamente clasificados es de 0,88 (88%) con una desviación estándar 0,044.

Se seleccionó el punto óptimo de corte diagnóstico recorriendo todo el rango de valores posibles en el punto que mostró mejor par sensibilidad-especificidad.

La figura 55 muestra la curva ROC (de las siglas en inglés, Característica Operativa del Receptor) que representa la capacidad discriminante del modelo elegido. Se observa muy buena capacidad de discriminación con un área bajo la curva (AUC) de 0,88 con un intervalo de confianza del 95%, es decir con un 88% de probabilidades de clasificar correctamente un par de individuos sano y enfermo seleccionados al azar. También da idea de la capacidad de discriminación la cercanía de la curva al extremo superior izquierda de la cuadrícula, alejándose de la diagonal, que indica capacidad discriminante del 50%(igual al azar).

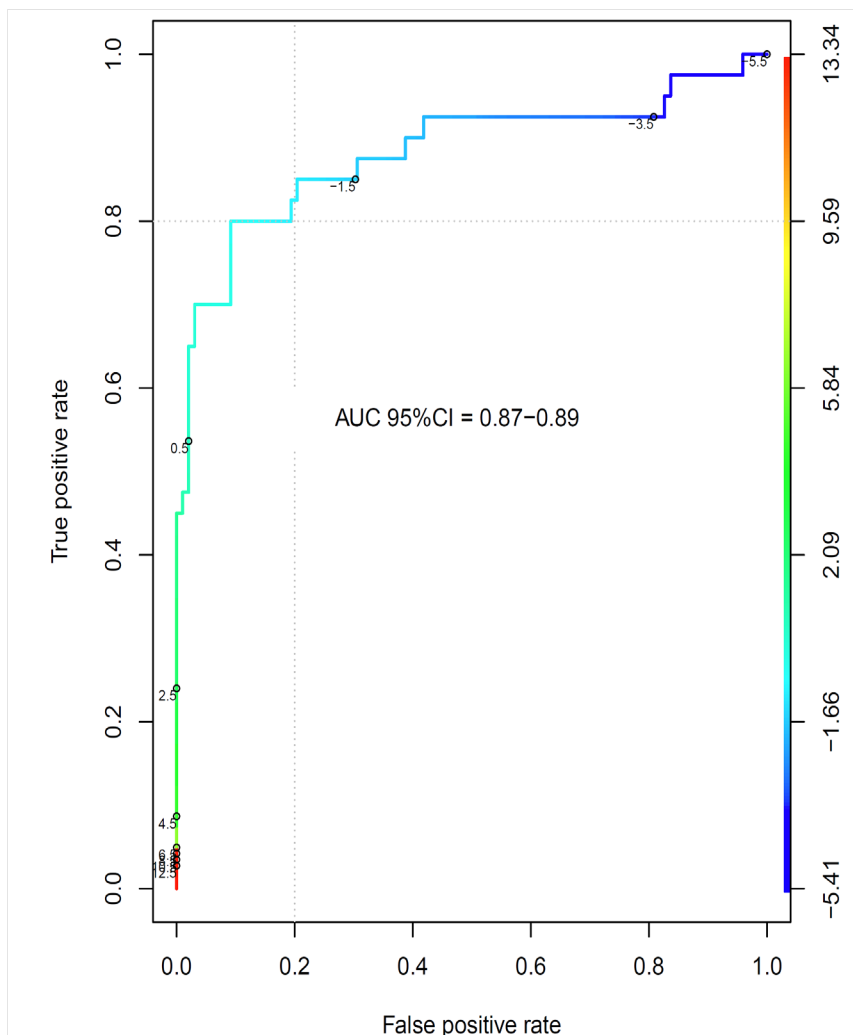


Figura 55. Curva ROC asociada al modelo predictivo. AUC: área bajo la curva.

B2. Análisis discriminante

Se buscó otro modelo alternativo más sencillo e intuitivo, basado exclusivamente en la influencia del ángulo y el espacio claro tibiofibular. El análisis discriminante buscó una combinación de las variables independientes para poder dividir en dos clases las observaciones creando una tabla de contingencia 2x2, sobre los datos reales obtenidos en la serie (138 pacientes, 98 clasificados como sin lesión sindesmal asociada y 40 con lesión sindesmal asociada) como se muestra en la tabla 10, donde los enfermos clasificados en NO lesión prevista por el nuevo modelo + NO lesión real son los verdaderos negativos (97 casos), los clasificados en NO lesión prevista + SÍ lesión real los falsos negativos (1 caso), SÍ lesión prevista + NO lesión real los falsos positivos (18 casos) y los considerados en SÍ lesión prevista + SÍ lesión real los verdaderos positivos (22 casos).

	NO	SI
NO	97	1
SI	18	22

Tabla 10. Clasificación de lesionados previstos/reales usando análisis discriminante.

Esto produce un valor predictivo negativo de 0,98 y especificidad 0,84 del modelo sobre la serie real.

Usando el mismo esquema previo de validación cruzada, para simular una muestra mucho mayor, se obtuvo que la media del porcentaje de pacientes correctamente clasificados mediante análisis discriminante es 0,84 (84%) con una desviación estándar 0,046.

En la figura 56, se representa gráficamente el análisis discriminante; SÍ en verde indica paciente con lesión sindesmal correctamente clasificado, es decir verdadero positivo. NO en

rojo indica ausencia de lesión correctamente prevista por el modelo, es decir verdaderos negativos.

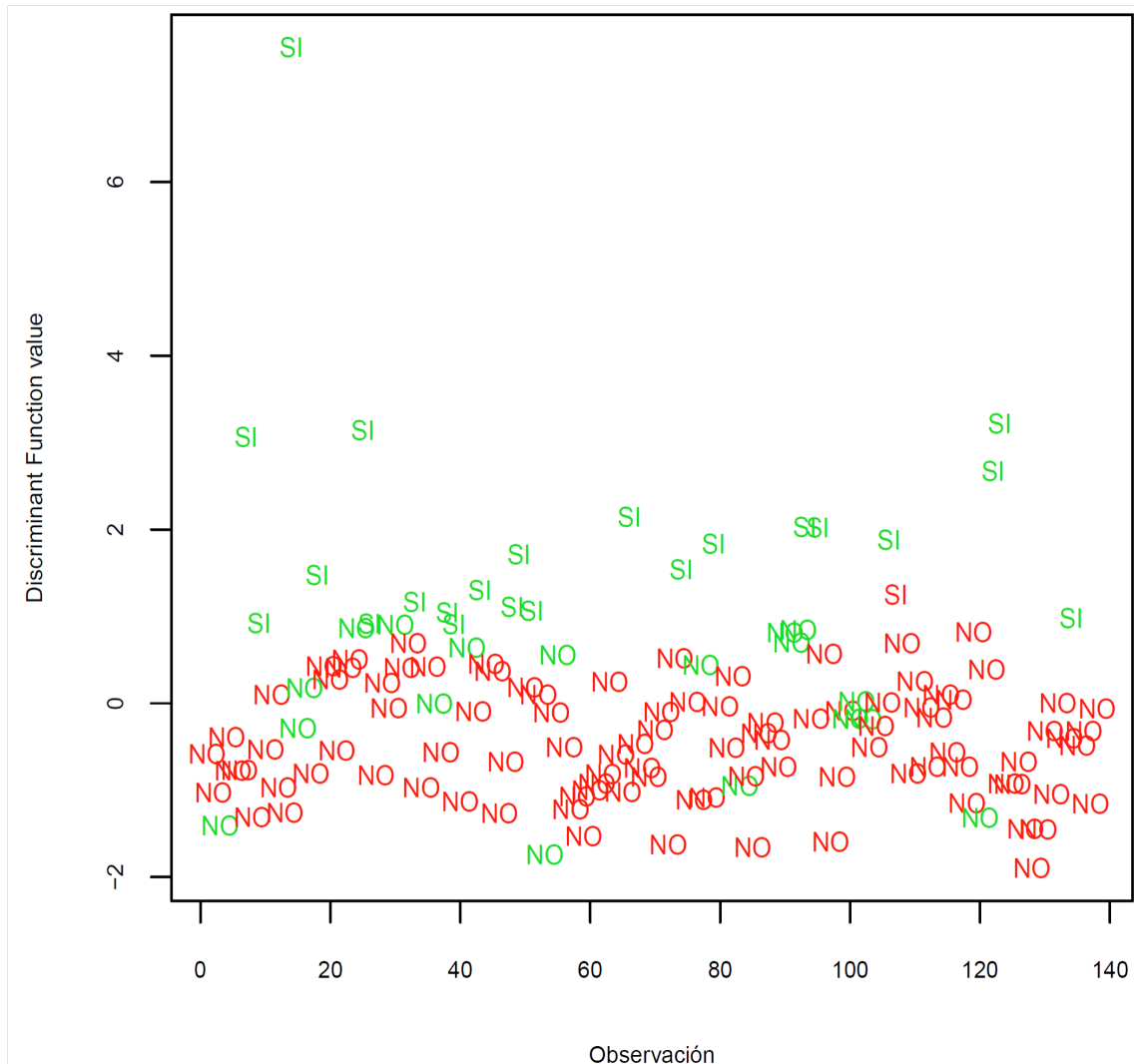


Figura 56. Resultados del análisis discriminante.

SÍ en verde indica verdadero positivo. NO en rojo indica verdadero negativo previsto por el modelo.

B3. Capacidad predictiva del ángulo a estudio

La influencia del ángulo principal a estudio y el espacio claro tibiofibular, se valora clasificando como lesión si el ángulo es mayor de 65 grados y el espacio mayor de 5 mm. Esta regla *ad hoc* se

basa en el primer gráfico de la figura 53, que se mostró en la descripción de las variables y que aquí se dibuja en más detalle en la figura 56.

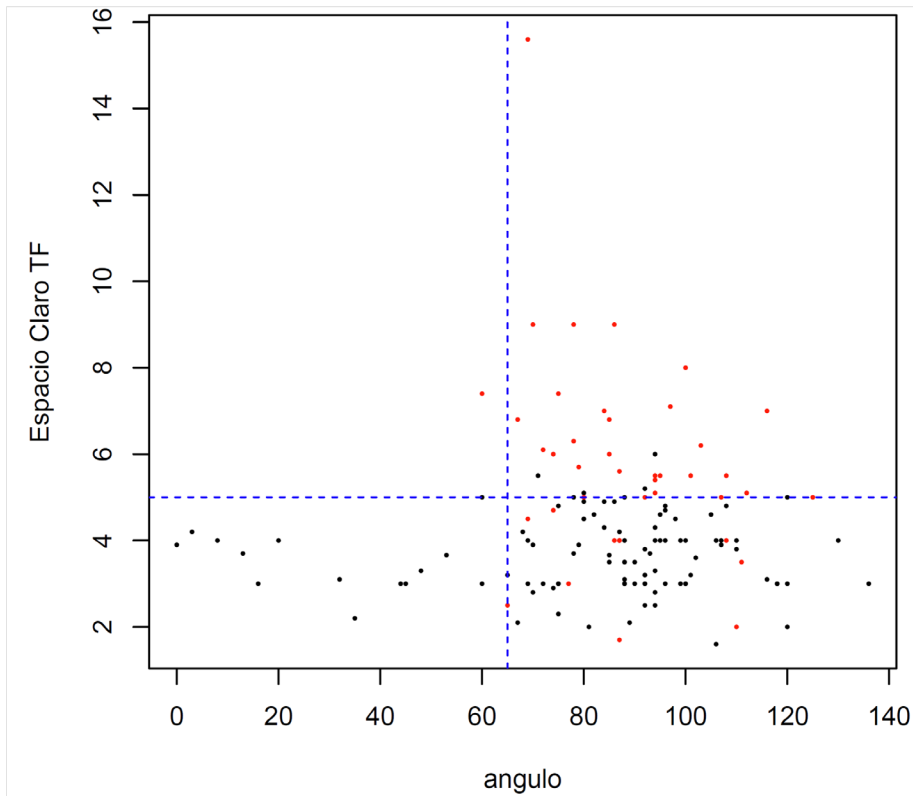


Figura 57. Gráfico de ángulo a estudio frente a espacio claro tibiofibular, en relación con la lesión sindesmal.

Cada punto rojo indica un paciente con lesión sindesmal documentada; los negros, paciente sin lesión.

Para validar este modelo, se utiliza de nuevo el esquema de validación cruzada que simula una gran muestra y proporciona una media del porcentaje de pacientes correctamente clasificados solo en base a la medida del ángulo principal a estudio y el espacio claro tibiofibular, de 0,86 con una desviación estándar 0,044.

Para buscar la combinación óptima de ángulo y espacio que maximiza el porcentaje de pacientes correctamente clasificados, se simuló haciendo variar el ángulo principal a estudio entre 50 y 80 grados, junto con el espacio claro tibiofibular entre 3 y 6 mm. En cada par de valores se calcula la precisión, que se muestra en la tabla II.

	50	55	60	65	70	75	80
3	0.55	0.56	0.56	0.57	0.56	0.54	0.57
3.5	0.62	0.63	0.63	0.63	0.62	0.61	0.63
4	0.76	0.76	0.76	0.76	0.74	0.72	0.73
4.5	0.80	0.80	0.80	0.80	0.78	0.77	0.76
5	0.87	0.87	0.86	0.86	0.84	0.83	0.81
5.5	0.84	0.84	0.83	0.83	0.81	0.79	0.77
6	0.82	0.82	0.81	0.81	0.79	0.78	0.76

Tabla II. Variación de la precisión según ángulo y espacio.

C.- Correlación entre espacio claro medial pre y postoperatorio

Al inicio del capítulo se expuso que la correlación entre espacio claro medial pre y postoperatorio es 0,72 para el test no paramétrico de Kruskal-Wallis. Dado que se planteó como objetivo secundario buscar diferencias en los resultados en cuanto a desarrollo de artrosis postraumática del tobillo, y en el análisis descriptivo se observó asociación estadísticamente significativa entre la medida del espacio claro medial postoperatorio y el grado de artrosis postraumática según la clasificación de van Dijk, se pretende ver la correlación entre cada par de valores en cada enfermo, para intentar el desarrollo de otro modelo predictivo similar a los anteriores para el desarrollo de artrosis, pero no se observó tendencia alguna (Fig. 58).

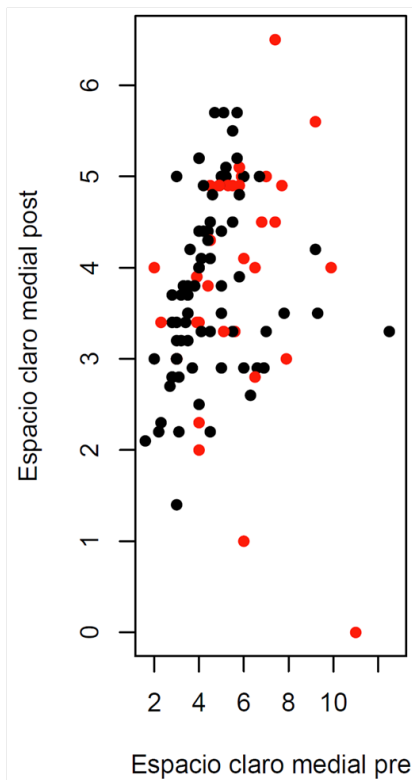


Figura 58. Gráfico de espacio claro medial pre y postoperatorio en relación con lesión sindesmal.

Cada punto representa una observación, en rojo con lesión sindesmal, en negro sin lesión.

D.- Fiabilidad inter e intraobservador

Como se expuso en el capítulo anterior, con objeto de obtener la fiabilidad inter e intraobservador y la reproducibilidad de la medición del ángulo principal a estudio, se calcula el coeficiente alpha de Krippendorff para 2 ó más codificadores, con los siguientes resultados:

- Fiabilidad interobservador, alpha de Krippendorff (ratio): 0,886, que el desarrollador del software cataloga como fuerte.
- Fiabilidad intraobservador 1: 0,909 o casi perfecta.

- Fiabilidad intraobservador 2: 0,96.
- Fiabilidad intraobservador 3: 0,99.
- Fiabilidad intraobservador 4: 0,91.

Discusión

Discusión

La idea inicial para esta Tesis Doctoral aparece cuando en la práctica diaria se presentan cercanas en el tiempo dos fracturas de tobillo similares, con trazos verticales en el maléolo interno e intuitivamente, se plantea cómo realizar la osteosíntesis de los maleolos presumiendo que no existe lesión sindesmal.

Las lesiones de la sindesmosis tibiofibular distal pueden aparecer aisladas o en el contexto de una fractura de tobillo. Cuando todos sus componentes anatómicos, descritos en el apartado Introducción, se encuentran dañados y son incompetentes, nos encontramos ante una lesión franca que se traduce en una diástasis visible en las radiografías simples de tobillo en proyecciones AP o de mortaja y que no plantea dudas diagnósticas. Sin embargo, las variaciones sutiles en la anchura o posición sindesmótica, no son fácilmente detectables, pero indican una lesión latente⁴⁹.

Existen multitud de parámetros descritos como indicadores de integridad y estabilidad sindesmótica en las radiografías simples, ampliamente explicados previamente en este texto, pero la mayoría de autores coinciden en señalar que su utilidad es limitada debido a la baja reproducibilidad de la técnica radiológica, las variaciones anatómicas interpersonales y la variabilidad del registro intra e interobservador.

Dada la importancia del problema, se piensa que sería posible y de utilidad científica tratar de relacionar el tipo de trazo fracturario del maléolo interno con la lesión sindesmal y se plantea

el objetivo de encontrar un modelo basado en ello que facilite el diagnóstico de sospecha de la lesión sutil o latente.

En otras palabras, el objetivo se cumple si se puede demostrar que los trazos de fractura del maléolo interno con mayor horizontalidad facilitan la existencia de lesión sindesmal, o lo que es lo mismo, que los trazos más verticales son factor protector sobre la aparición de dicha lesión; y así aparece la hipótesis principal.

El principal hallazgo que se desprende de esta investigación es el de la obtención de un modelo que puede predecir la lesión sindesmótica utilizando parámetros obtenidos de la radiografía simple preoperatoria con una media de porcentaje de pacientes correctamente clasificados del 88% con una desviación estándar menor de 0,05 (0,044), como se expone en el apartado de resultados y se busca como objetivo principal.

Un segundo modelo propuesto conduce también a una media de un porcentaje de un 86% de clasificaciones correctas con una desviación estándar de 0,044.

Estos modelos se basan en el ángulo principal a estudio descrito para esta Tesis, cuya denominación propuesta es la de ángulo crurofocal medial, puesto que relaciona la inclinación del foco medial con el eje crural, de forma similar a como el ángulo talocrural relaciona dicho eje crural con la inclinación del compartimento talar; si bien es cierto que para su correcto funcionamiento, el primer modelo debe contar también con la clasificación Lauge-Hansen y la medida del espacio claro tibiofibular y el segundo modelo con este último.

La validación de los modelos y la ausencia de valores menores de 60° del ángulo crurofocal medial en los casos con lesión presente, conducen a confirmar la hipótesis y ver cumplido el objetivo principal.

También se plantearon como objetivos secundarios, encontrar las inclinaciones del ángulo crurofocal de fractura maleolar medial y evaluar la utilidad de la clasificación de Lauge-Hansen, puesta en entredicho en los últimos años. El hecho de estar incluida dicha clasificación en uno de los modelos desarrollados que muestran validez y capacidad predictiva, respalda el valor que sigue manteniendo aún en la práctica diaria. Además, se ha encontrado correlación estadísticamente significativa entre la medida del ángulo crurofocal medial y el tipo de fractura según la clasificación Lauge-Hansen (tabla 4 capítulo resultados), lo cual es de gran valor para este trabajo. Esto implica que las morfologías descritas en la clasificación se corresponden con inclinaciones del ángulo principal a estudio, aunque se toma con cautela, ya que no se ha podido relacionar con suficiente potencia estadística esta clasificación con la presencia de lesión sindesmal, algo que sí reflejan otros autores como se expone más adelante.

Junto a estos hallazgos principales, entre las múltiples variables estudiadas y las comparaciones realizadas durante el desarrollo de este trabajo, se han obtenido otros resultados de interés; los más relevantes, se han aludido más arriba por su relación con los objetivos principales. Durante la discusión bibliográfica, se van analizando los restantes, pero antes de ello merece una mención especial el hecho de que la medida del espacio claro medial y el ángulo de inclinación astragalina preoperatorios, se correlacionen de forma estadísticamente significativa (ambos con $p < 0,01$) con la presencia de lesión sindesmal. A pesar de no ser indicadores específicos de dicha lesión, se incluyeron en el estudio por dos razones: en primer lugar, para comparar sus valores con los valores postoperatorios, e intentar relacionarlos con una eventual

aparición de artrosis postraumática que no ha podido ser demostrada; en segundo lugar, y como se comenta en la Introducción, por la importancia que otorgan autores como Tornetta³³ al ligamento deltoideo para la estabilidad del tobillo, en estrecha relación con la aportada por la sindesmosis, y por ser indicadores de acortamiento fibular (y por tanto, marcadores indirectos de lesión sindesmal) como exponen Weber y Simpson⁶¹.

Esta investigación puede compararse en términos metodológicos a multitud de estudios previos, si bien sólo existe una referencia que busca asociar la morfología de la fractura del maléolo interno al daño de la sindesmosis⁹³.

Dicho estudio, desarrollado por Ebraheim y cols. en 2014, que lleva por título “ La asociación entre la geometría de la fractura del maléolo medial, el mecanismo de lesión, y la disrupción sindesmótica”, expone en su introducción la importancia del diagnóstico preoperatorio de la lesión sindesmal y su alta incidencia, cómo la clasificación de Weber solo alude al nivel del trazo en el maléolo externo mientras que la de Lauge-Hansen clasifica las fracturas de tobillo basándose en el mecanismo de producción sin atender exclusivamente al trazo fibular y se marca como objetivo identificar la correlación entre la morfología del maléolo interno fracturado, la clasificación de Lauge-Hansen y la presencia de lesión sindesmal. Revisan un total de 548 fracturas de tobillo, descartan las que no afectan al maléolo medial y finalmente cuenta con una muestra de 112 pacientes con fracturas de tobillo que incluyen al menos al maléolo interno y que habían sido intervenidos en su centro a lo largo de 3 años y 9 meses. Para cumplir sus objetivos, a partir de la radiografía simple preoperatoria inicial, 2 investigadores recogen los datos de cada fractura en cuanto a clasificación de Lauge-Hansen, geometría de la fractura maleolar interna con 4 categorías posibles, transversa, oblicua, vertical o conminuta y presencia o ausencia de lesión sindesmal. Sobre este punto puede realizarse una crítica a la

validez, puesto que no se especifica de qué manera se llega a la certeza indiscutible de lesión sindesmal, que en el caso del estudio que ocupa la presente Tesis se ha basado en el espacio claro tibiofibular, pruebas de estrés y presencia de tornillo sindesmótico o material quirúrgico para reparación de sindesmosis. Su variable categórica principal, morfología del maléolo, se asimila a la que, incluida en el presente estudio divide las mediciones del ángulo crurofocal medial en 4 niveles según su inclinación, por lo que los resultados se prestan a la comparación. Ebraheim obtiene una prevalencia del 46% de fracturas SER (52 de las 112 que conforman la muestra total), 8% de fracturas SAD, 26% de fracturas PER y 20% PABD, frente a nuestros 65,2% SER (90 de las 138 fracturas), 6,5% SAD, 11,6% PER y 16,7% PABD. Registran 57% de fracturas como trasversas, 26% oblicuas, 6% verticales y 11% conminutas, frente a nuestro 34,8% con ángulo crurofocal desde 81-95°, 31,9% con ángulo 21-80°, 4,3% entre 0 y 20° y 29% de avulsiones aunque esta categoría no es exactamente comparable a sus fracturas conminutas. Llama la atención su alto porcentaje de lesiones sindesmales, un 55% (62 de las 112 fracturas) frente a nuestro 29% (40 de las 138 fracturas), que no se discute pues como se ha dicho, no se conocen sus criterios para el diagnóstico de lesión sindesmótica asociada. Encuentran relación estadísticamente significativa entre las fracturas trasversas y la presencia de lesión sindesmal ($p=0,03$) que nosotros no hemos podido demostrar por test no-paramétricos al comparar el ángulo crurofocal categorizado con la lesión sindesmal (tabla 7 de resultados), pero este hallazgo va en sintonía con la hipótesis principal del trabajo de esta Tesis, ya que indica que los trazos de fractura del maléolo interno con mayor horizontalidad facilitan la existencia de lesión sindesmal. También encuentran asociación estadísticamente significativa entre las fracturas tipo PER y la lesión de la articulación tibioperonea distal, para concluir que sus hallazgos demuestran cómo la geometría de la fractura del maléolo interno es una herramienta válida para la clasificación y la decisión terapéutica en relación con las fracturas de tobillo.

Los puntos de controversia que aparecen en la bibliografía consultada comienzan por la dificultad para encontrar un indicador radiológico fiable y reproducible de lesión.

Previamente en la Introducción se ha referido como Zalavras y Pneumaticos^{59,60} restan valor a indicadores como el solapamiento tibiofibular, por verse muy determinados por la rotación del tobillo y la inclinación del haz de rayos a la hora de realizar la radiografía simple en urgencias. Lo mismo sucede con los parámetros sugeridos en la radiografía lateral, como el ratio tibiofibular anteroposterior descrito por Grenier⁶⁴ para las proyecciones laterales puras, ya que estas solo pueden conseguirse intraoperatoriamente con radioscopia dinámica hasta encontrar la superposición perfecta de las hemicúpulas astragalinas, siendo esto inaccesible en la sala de urgencias.

Los autores coinciden en señalar que el parámetro menos sesgado por la calidad radiográfica es el espacio claro tibiofibular, tanto en la proyección AP como en la de mortaja, pero tampoco existe consenso para el límite de normalidad, que en unos casos se sitúa en 5 mm y en otros en 6 mm.

En Material y Métodos se expone la situación del punto de corte diagnóstico inicial para el espacio claro tibiofibular en 6 mm, prestando especial atención a los casos situados entre 5 y 6 mm. Al obtener los resultados, se revela mayor precisión diagnóstica situando este punto en 5 mm (tabla II capítulo de Resultados) y desde aquí se desarrolla el segundo modelo predictivo que se valida estadísticamente.

Mukhopadhyay⁶⁷ y cols., estudian 19 pacientes con fractura de tobillo que afecta a la sindesmosis; para su estudio, definen como sindesmosis normal un espacio claro tibiofibular menor

de 6 mm. Realizaron TC bilateral a todos los pacientes en el postoperatorio inmediato y observaron que 8 parecían tener diástasis residual en comparación con el tobillo sano, mientras que si no se comparaban, y solo se tomaban como referencia los valores estándar previamente establecidos, todos ellos debían clasificarse como presencia de lesión residual. Dikos⁷¹ publica su estudio en el que realiza TC bilateral de tobillos a 30 voluntarios sanos, encontrando que los espacios claros tibiofibulares no varían más de 1,9 mm.

Mei-Dan⁹⁴ y cols., analizan dinámicamente la sindesmosis mediante ecografía a 110 sujetos sanos con el tobillo en neutro, en rotación interna y en rotación externa; los valores normales para el espacio claro tibiofibular se marcan en 3,78 mm en neutro, 3,64 en rotación interna y 4,08 en rotación externa. Demuestran que el espacio claro disminuye con la edad, tanto en reposo como al aplicar estrés en rotación externa y que en las mujeres presenta mayor laxitud, de forma que puede ensancharse ante el estrés proporcionalmente más que en los varones, antes de producir lesión ligamentosa.

Otro estudio en la misma dirección es el publicado por Lepojärvi⁹⁵ y cols., que estudiaron 107 TC de tobillo con sindesmosis normales, buscando la asimetría entre miembros y encontraron diferencias significativas entre hombres y mujeres, pero no entre los tobillos de cada sujeto.

Para salvar estos obstáculos, en el presente estudio se ha adoptado la posición más conservadora, teniendo previsto el diagnóstico de lesión para una medida del espacio tibiofibular de 6 mm, siendo la media para las 138 fracturas de 4,3 mm, mediana 4 mm con desviación estándar 1,8, similar a lo comunicado por Dikos⁷¹ en los tobillos sanos. Con esto, se pretendía aumentar la sensibilidad disminuyendo el número de diagnósticos falsos positivos por alteración del espacio claro tibiofibular.

También para compensar la posibilidad de la existencia de espacios claros anchos como variación anatómica, se obtuvo la radiografía de tobillos en carga en la fase final del estudio, y en los 40 pacientes clasificados como lesión sindesmal presente, se analiza el espacio claro fibular del tobillo sano, encontrando todos ellos por debajo de 5mm, por lo que se considera que si la medición en el tobillo fracturado en la radiografía inicial se registra como patológica, no hay razón para pensar que podría ser un falso positivo por variaciones anatómicas.

Otro punto de controversia de este estudio, que utiliza la clasificación de Lauge-Hansen, con publicaciones previas consiste en determinar si se puede otorgar validez a las clasificaciones vigentes para lesiones de tobillo.

Antes de abordar este tema, se deducen los mecanismos fisiopatológicos de las fracturas de tobillo que tratan de reconocer las clasificaciones, puesto que son responsables de las características de cada lesión; la pieza clave es el astrágalo, y la articulación subastragalina, entre la faceta posterior del astrágalo y el calcáneo, que presenta movilidad en los tres planos del espacio. Esta movilidad triplanar, que se describe como flexión plantar o dorsal, aducción o abducción e inversión (varo) o eversión (valgo), es llevada a cabo por el calcáneo si no hay carga. Sin embargo, durante la marcha estos movimientos son realizados por el astrágalo, ya que el peso del cuerpo contra el suelo impide que los haga el calcáneo. Así, el calcáneo se invierte (se variza) y el astrágalo se abduce y realiza flexión dorsal durante la supinación. En pronación, el calcáneo realiza eversión (valgo), mientras el astrágalo hace aducción y flexión plantar. Entonces, se puede asumir que la supinación somete a las estructuras mediales del tobillo a fuerzas de tensión, que si son lo suficientemente grandes conducirán a fracturas por avulsión del maleolo interno con trazos que formarían un ángulo crufofocal medial de más de 90° como se plantea en la hipótesis de este estudio. Análogamente, la pronación del calcáneo

en carga dirige al astrágalo hacia la tibia, por lo que somete a las estructuras mediales a compresión⁸³. Y lo mismo sucede con las rotaciones, la externa produce tensión en las estructuras mediales y la interna compresión, con fracturas verticales del maleolo interno y ángulos crufocales mediales menores de 60°.

Estas premisas lógicas coinciden con las expuestas por Lauge-Hansen, cuya clasificación a pesar de algunas limitaciones y a criterio de este autor aún no ha sido superada.

Lauge-Hansen, según recuerdan Shariff⁹⁶ y cols., realizó:

- 8 experimentos en supinación-aducción que produjeron fracturas verticales en maleolo interno, que corresponderían al grupo de 0 a 20° de ángulo crufofocal medial y fracturas trasversas del peroné sin daño sindesmal.
- 7 experimentos en supinación-rotación externa que produjeron en primer lugar lesión sindesmótica por rotura del ligamento tibiofibular anteroinferior, después fracturas oblicuas-espiroideas en peroné distal; en estadio III nuevo daño sindesmótico a través del ligamento tibiofibular posterior y finalmente la fractura de maleolo interno sin especificar su morfología.
- 3 experimentos en pronación-abducción que produjeron en primer lugar la fractura de maleolo interno, lesión sindesmótica a través del LTPAI y finalmente fractura oblicua fibular.
- 4 experimentos en pronación-rotación externa que produjeron rotura del ligamento deltoideo o avulsión del maleolo interno (96-180° de ángulo crufofocal medial), más tarde lesión sindesmal del LTPAI, fractura oblicua fibular alta y si la

fuerza deformante continúa, de nuevo lesión de un componente sindesmótico a través del LTPP.

La crítica más frecuente a esta clasificación, es la reportada por Nielsen⁹⁷ y otros tres cirujanos ortopédicos que al revisar las radiografías de tobillo de 118 pacientes consecutivos para clasificarlos según Lauge-Hansen, encontraron una variabilidad interobservador alta; solo 51 de las 118 radiografías fueron clasificadas de la misma manera por los 4 observadores. Con el propósito de obtener la variación intraobservador, los mismos cirujanos clasificaron las mismas radiografías 6 semanas más tarde. La primera y segunda clasificación fueron idénticas en 75-97 de 118 radiografías (64-82%), por lo que concluyen que el sistema es difícilmente reproducible.

La presente investigación coincide con los hallazgos de Lauge-Hansen en cuanto a frecuencia de cada tipo y hallazgos anatomopatológicos esperables: 23 fracturas PABD (16,7%), 16 PER (11,6%), 9 SAD (6,5%) y 90 SER (65,2%), a pesar de que no se han incluido en el estudio las fracturas de tobillo que no afectan al maléolo interno. En los artículos originales, se prevé además de la morfología el número de maléolos afectados según tipo y también coincide con nuestra tabla de resultados de forma estadísticamente significativa (p menor de 0,01): en las fracturas PABD y SAD, la mediana del número de maléolos es 2 pues las trimaleolares son raras en estos tipos, en PER 2,5 y en SER 3 maléolos puesto que la secuencia comienza en el maléolo externo, continúa por el posterior y finaliza en el interno, si está incluida en el estudio es porque el interno está fracturado y por tanto los otros maléolos también.

En la actualidad, existe una tendencia creciente a considerar la importancia del maléolo posterior, precisamente porque juega un papel muy importante en la estabilidad sindesmótica por su repercusión sobre el ligamento tibioperoneo posteroinferior y el ligamento inferior trasverso. Para Streubel⁹⁸ y cols., en presencia de fractura del maléolo posterior con lesión sindesmó-

tica, se recomienda la reducción abierta y fijación, independientemente de su tamaño, por varias razones. En primer lugar, el maléolo posterior incluye por definición el reborde posterior de la incisura tibial y como se ha comentado, la reducción de los componentes sindesmóticos por técnicas cerradas es poco precisa. Al reducir anatómicamente el maléolo posterior, se reconstruye la incisura y se asegura la buena reducción del peroné en la sindesmosis, se devuelve al LTPPI a su posición y tensión adecuadas y, por último se mejora la congruencia articular, con lo que el riesgo de artrosis postraumática precoz se minimiza.

No se justifica la aparición de lesión sindesmal en 3 casos de SAD (7,5% del total de lesiones y 33% del total de SAD), quizá porque se han considerado SAD, 3 fracturas que en realidad no se pueden clasificar por el sistema Lauge-Hansen, como indican en su estudio Gardner⁹⁹ y cols., que evaluaron 59 fracturas con radiografía y resonancia magnética, concluyendo que Lauge-Hansen tiene algunas limitaciones como predictor del mecanismo y la presencia de daño de partes blandas. Ellos obtienen un 63% de fracturas tipo SER, 19% PER, 2% SAD y 17% no clasificables, de las cuales 8 incluían una fractura espiroidea alta fibular con rotura sindesmal y fractura vertical del maléolo medial similar al trazo que aparece en SAD y que podría llevar a error en la clasificación.

La presencia de un trazo vertical en maléolo interno que asocia lesión sindesmal, contradice la hipótesis principal de este trabajo, que solo ha encontrado 1 lesión de las 155 que se seleccionaron no clasificable por Lauge-Hansen, aunque probablemente 3 de los casos catalogados como SAD fueron mal clasificadas, ya que el trazo descrito por Gardner es propio de un mecanismo de carga axial que produce un tipo de fractura que puede ser considerada del pilón tibial con alta energía y no como fractura de tobillo, lo cual explica la incapacidad de ser

clasificada por un sistema para fracturas de tobillo y la coexistencia de lesiones con características incompatibles según la hipótesis principal de este estudio.

También Bible¹⁰⁰ y cols., describen un tipo de fractura no clasificable según Lauge-Hansen. Bautizan este tipo de fractura como “*logsplitter*” tras observar el patrón en 23 pacientes que sufren fractura-luxación transindesmótica de tobillo por alta energía al proyectarse el ángulo superior externo del astrágalo directamente sobre la articulación tibiofibular de forma axial, por lo que separa longitudinalmente la tibia y el peroné y queda entre ellos como un hacha que divide (*split*) un tronco (*log*).

La clasificación de Weber, no toma en consideración la fractura del maleolo interno, lo cual imposibilita su uso para este estudio. Además, ciñéndose a ella sólo habría que tratar la sindesmosis en el tipo C, el único que espera que aparezca inestabilidad sindesmal. Sin embargo, la inestabilidad sindesmótica puede coexistir con fracturas Weber B, a pesar de que las recomendaciones actuales sugieren que en ellas no es necesario asociar tornillo para reparar la sindesmosis tras la osteosíntesis del tobillo; así lo demuestran Stark⁴¹ y cols., que estudiaron 238 tobillos con fracturas Weber B encontrando inestabilidad en 93 (39%) después de la fijación interna y Heim¹⁰¹ y cols., que analizan 90 de estas fracturas observando que 17 tobillos permanecían inestables después de operar los maléolos, y esta inestabilidad se resolvía con un tornillo sindesmótico, lo cual demuestra la existencia de una lesión no esperada según su clasificación.

También se encuentran referencias al caso contrario, es decir la ausencia de lesión sindesmal en fracturas altas del peroné clasificadas como Weber C. Harris y Jones³⁵ comunican por primera vez en 1997, sus experimentos con 12 piezas de cadáver procedentes de piezas de ampu-

tación supracondílea que fueron sometidas a fuerzas de abducción aplicadas indirectamente sobre el tobillo situando un fulcro lateralmente en la pierna sobre el peroné a distancias entre 5 y 15 cm sobre la sindesmosis; en todos los casos se produce el mismo patrón de fractura y las lesiones ocurren en el mismo orden con una fractura peronea a nivel del fulcro en primer lugar y una transversa del maléolo medial después, manteniéndose en todos ellos la sindesmosis intacta. Este patrón, sería considerado Weber C y pronación-abducción para Lauge-Hansen, por lo que lo esperable es que la lesión sindesmal esté presente; su ausencia puede deberse a que este experimento utiliza fuerzas de abducción puras con compresión directa sobre el peroné, mientras que *in vivo* existe un componente de torsión-rotación que efectivamente, no refleja la explicación dada por Lauge-Hansen.

A pesar de la existencia de estas limitaciones se utiliza la clasificación de Lauge-Hansen en el diseño del estudio y se incluye en el modelo para análisis predictivo, puesto que es la que aporta información más completa y detallada de la fractura, y sobre todo del componente medial, protagonista de la investigación para definir el ángulo crufofocal medial.

Otra herramienta que se ha utilizado para considerar lesión sindesmal presente es la indicación explícita en el protocolo de intervención de una prueba de estrés positiva. La necesidad de realizarla intraoperatoriamente, no se discute por ningún autor, pero sí la manera de llevarla a cabo. Como se comenta en la introducción existen partidarios y detractores de la maniobra de Cotton, otros solo recomiendan la maniobra de estrés en rotación externa como Zalavras⁵⁹ y algunos piden cambiar la forma tradicional de realizar estas pruebas como Candal-Couto⁶⁶, que se planteó comparar el movimiento tibiofibular en los planos sagital y coronal, tras la sección ligamentosa secuencial en 7 especímenes; realizan el test de tracción de Cotton en los dos planos y miden el desplazamiento entre dos agujas de Kirschner paralelas y seccionan

el LTPAI, LIO y LTPP progresivamente, mientras que el ligamento deltoideo se secciona en tres cadáveres y la membrana interósea en otros tres. Al seccionar los tres ligamentos sindesmóticos el desplazamiento medio fue 8,8 mm en el plano sagital y 1,5 en el coronal, añadiendo la sección del deltoideo aumentaba a 11,7 y 3,2 respectivamente, y en los que se seccionó la membrana interósea a 12,7 y 3,1. Dado que los desplazamientos son siempre mayores en el plano sagital, concluyen que la inestabilidad sindesmal debe investigarse traccionando del peroné hacia atrás y no lateralmente.

No se ha entrado a diferenciar el tipo de prueba realizada, y se ha concedido a todas la misma validez en caso de positividad; durante la recogida de datos, esta variable tiene 3 posibles entradas: prueba de estrés positiva, negativa o desconocido cuando no se refleja en el protocolo quirúrgico. Al registrarla como positiva, se ha considerado de forma invariable, lesión sindesmal presente (6 de los 40 casos de lesión sindesmal-15%- y por ello las tablas reflejan asociación entre prueba positiva y lesión sindesmal con $p < 0,001$), pero aunque se manifieste negativa, en 11 casos (27,5%) se ha considerado lesión sindesmal presente, bien por la existencia de tornillo sindesmótico o material de osteosíntesis para reparar sindesmosis, o bien por alteración del espacio claro tibiofibular; esto implica efectivamente, que algunas pruebas pueden fallar en la detección de una lesión real.

Jiang¹⁰² publica en Junio de 2014 su estudio sobre 11 piezas cadavéricas sometidas a estrés en rotación externa aplicando un momento de 7,5 Nm y test de estrés lateral con tracción de 100 N sobre el peroné distal. Se toman radiografías de mortaja antes de la lesión y mientras se realizan las pruebas de estrés en cada estadio de lesión secuencial de los ligamentos del tobillo. El deltoideo se secciona primero, después el LTPAI, LTPP y membrana interósea. En cada radiografía se miden el espacio claro tibiofibular y el medial; concluyen que el test de estrés

lateral es el mejor indicador de lesión sindesmal, puesto que el test de rotación externa puede producir un aumento del espacio claro tibiofibular incluso sin daño sindesmótico real, dando falsos positivos. Tan solo unos meses después, en un reciente estudio publicado en Abril de 2015, Matuszewski¹⁰³ y cols., comparan las mismas pruebas realizando estrés en rotación externa y tracción fibular lateral intraoperatoria en 28 pacientes consecutivos, anotando en cada uno la medida del espacio claro tibiofibular, solapamiento y espacio claro medial; la diferencia en el aumento de diastasis con rotación externa es significativamente mayor que en la tracción fibular y apreciable en la fluoroscopia, coincidiendo en este punto con Jiang, pero para acabar recomendado el test de rotación externa como indicador más fiable. A la vista de las conclusiones opuestas en estudios similares, parece objetivo interpretar que el test de rotación externa presenta mayor sensibilidad a la hora de descubrir lesiones sindesmóticas latentes, pero con riesgo de sobrediagnosticar propiciando así la implantación de tornillos sindesmales que no son necesarios.

Ante estas importantes discrepancias, y puesto que la sindesmosis tibioperonea distal es un tema que despierta un interés creciente en el panorama ortopédico actual, se valoran los estudios que pretenden facilitar el diagnóstico, y en un corto espacio de tiempo, aparecen varios artículos que proponen métodos intraoperatorios para su detección.

Marmor⁴⁷ y cols., proponen descubrir una malposición del peroné según su apariencia fluoroscópica y la medida del espacio claro tibiofibular comparado con el miembro contralateral sano; un ensanchamiento del espacio claro tibiofibular y/o un peroné con forma de cuchara implica rotación interna fibular, mientras que la forma de cuchillo o un estrechamiento del espacio claro, indican rotación externa.

Summers⁸² y cols., realizan proyecciones de mortaja y lateral pura del tobillo sano a 18 pacientes consecutivos con lesión sindesmal, y utilizan las imágenes del tobillo sano como plantilla para la reconstrucción del lesionado. Después confirman con TC intraoperatorio la reducción, que fue satisfactoria en 17 de los 18 enfermos.

Como se observa, y muchos estudios que más adelante se discuten han demostrado, la obtención de una reducción anatómica de la sindesmosis es esencial para restaurar la mecánica normal del tobillo y prevenir cambios degenerativos secundarios precoces¹⁰⁹. Parece claro, que la presencia de lesión y necesidad de reparación sindesmal empeora el pronóstico en cuanto a calidad de vida y artrosis postraumática, pero existe un intenso debate respecto a ello.

Según Van Son¹⁰⁴ en un metaanálisis de 2013, tras revisar 23 estudios sobre el estado de salud tras fractura de tobillo, se observa que los pacientes que precisaron estabilización sindesmal además de la osteosíntesis de los maléolos, presentaban al año postoperatorio, un estado de salud peor que los que no lo precisaron y también que la adecuada reducción de la sindesmosis, se relacionaba con mejoría en el estado de salud respecto a aquellos con mala reducción. Conclusiones similares refiere Stufkens¹⁰⁵ en otro metaanálisis sobre 18 estudios acerca del resultado a largo plazo (5,1 años de media) sobre 1822 fracturas de tobillo; los resultados más desfavorables se observaron en las lesiones Weber C. Egol²⁹ estudió 347 pacientes en 6 años, de los cuales un 23% presentaba lesión sindesmótica, y como los anteriores encuentra que los que requirieron intervención sobre la sindesmosis tienen peores resultados en términos radiológicos y funcionales a los 12 meses de la lesión comparados con aquellos que solo reciben osteosíntesis maleolar.

Weening y Bhandari⁹² revisaron 425 fracturas de tobillo, de las cuales 51 presentaban lesión sindesmal y tras un seguimiento medio de 18,1 meses evaluaron los resultados funcionales, siendo el único factor predictor estadísticamente significativo la correcta reducción de la sindesmosis, que por sí solo conseguía una variación hacia la mejoría de entre el 15 y el 18% en el resultado final. Sproule¹⁰⁶ y cols., estudian a 14 pacientes con fractura de Maisonneuve con un seguimiento medio de 25,3 meses, todos con tratamiento quirúrgico obteniendo un 86% de buenos resultados en funcionalidad y radiología normal; concluyen recomendando el tratamiento quirúrgico para restaurar anatómicamente la sindesmosis y la longitud del peroné, puesto que de lo contrario se produce desplazamiento talar lateral que predispone a la artrosis. Otros como Sagi¹¹ son aún más vehementes en sus recomendaciones tras estudiar 107 lesiones sindesmales en 681 fracturas (15,7%), a los dos años de seguimiento realizan control TC y radiografía y evalúan con escalas funcionales. Sus resultados son significativamente peores en aquellos con mala reducción sindesmal y en sus conclusiones refieren que la tasa de malas reducciones es más alta de lo que se reconoce, por lo que recomiendan TC de control postoperatorio a todas las reparaciones sindesmales y ante la sospecha de reducción deficiente, reintervenir de forma temprana.

Otros autores son más optimistas en cuanto a los resultados a medio y largo plazo, como Donken¹⁰⁷, que en su estudio de cohortes de 98 pacientes con lesión PER, con una mediana de 22 años de seguimiento publica resultados funcionales con tratamiento quirúrgico buenos o excelentes en el 90% de pacientes. Para Veen¹⁰⁸ y cols., en un estudio reciente con similitudes metodológicas al que ocupa esta Tesis, no existen diferencias en los resultados a medio plazo entre las fracturas de tobillo con y sin rotura sindesmótica. Revisaron 59 pacientes intervenidos a lo largo de 6 años por fractura de tobillo; 26 de ellos presentaban osteosíntesis para lesión sindesmal y 33 no, con un seguimiento medio en cada grupo mayor de 6,5 años. Analizaron los resultados de escalas funcionales y radiográficos a partir del espacio claro tibiofibular, espacio

claro medial y degeneración articular según la escala de van Dijk, observando ausencia de diferencias estadísticamente significativas en cuanto a clínica y artrosis radiológica, presente en ambos grupos con un 86,7% para el grupo con lesión sindesmal contra un 55,5% para el grupo sin lesión. Su conclusión es que los dos grupos tienen resultados similares después de 6 años de seguimiento.

El ya mencionado metaanálisis de Stufkens¹⁰⁵ con 1822 fracturas de tobillo y los hallazgos de su Tesis Doctoral a la que se ha tenido acceso, centra las teorías actuales sobre la artrosis postraumática de tobillo. Solo el 80% de las fracturas operadas tienen resultados buenos o excelentes a largo plazo. El resto puede tener resultados pobres por lesión del cartílago en el momento de la lesión o por alteraciones en los ejes mecánicos. Las fracturas SAD o Weber A no tienen mejor pronóstico, aunque no asocian daño de la articulación tibioperonea distal, porque una rotura vertical del maléolo interno típica de éstas, afecta a la zona de carga de la articulación del tobillo produciendo un daño cartilaginoso irreparable; pero no puede encontrar correlación entre el número de lesiones cartilaginosas y el resultado a largo plazo, mencionando tobillos artrósicos con mejor funcionalidad y tolerancia clínica que otros con menor daño radiológico aparente. En nuestro estudio, sí ha aparecido correlación estadísticamente significativa ($p < 0,05$; tabla 5 capítulo resultados) entre el espacio claro medial postoperatorio y los valores categorizados del ángulo crurofocal, y precisamente, en los pacientes que presentaron fracturas verticales con valores del ángulo a estudio entre 0 y 20°, se obtenían valores más reducidos del espacio claro medial con mediana 3,3 y media 3,2 frente a los 4,1 y 4,2 mm de mediana y media respectivamente que se obtiene en los que presentaron avulsiones. Como se comenta más adelante, esta disminución del espacio puede corresponderse con una artrosis real o un pseudopinzamiento por osteofitosis, pero en cualquier caso indica mayor presencia degenerativa. La deformidad en varo o valgo de la tibia distal puede causar cambios en el área de contacto de más del 36% y también la inestabilidad ligamentosa es bien conocida como

causante de artrosis a largo plazo, pero una lesión del maléolo interno en SER tiene peor pronóstico que una rotura total o parcial del ligamento deltoideo, y además la lesión ósea y ligamentosa no son mutuamente excluyentes y pueden coexistir. En casos de fractura no desplazada transindesmal de peroné sin lesión medial, el tratamiento conservador es una opción válida, pero la combinación de fractura fibular y lesión deltoidea puede resultar en desplazamiento talar lateral y dicha fractura requiere tratamiento quirúrgico independientemente de su desplazamiento, porque de lo contrario una fractura a priori estable y no desplazada puede conducir a artrosis precoz.

Como se planteó en objetivos secundarios, se pretende encontrar diferencias en las escalas radiográficas de gradación de artrosis de tobillo de los pacientes incluidos en el estudio con y sin lesión sindesmal, comparando también las mediciones del espacio claro medial y la inclinación astragalina pre y postoperatoria en ambos grupos, puesto que como refieren Moon y Lee⁸⁶, es difícil concretar radiológicamente el estado del cartílago del tobillo especialmente en la artrosis de tiempo medio de evolución; ellos realizaron artroscopia a 74 pacientes con artrosis de tobillo y clasificaron sus hallazgos radiológicos con el fin de intentar correlacionar el resultado en las escalas de artrosis con daño real del cartílago y concluyen que el valor predictivo de las radiografías aumenta si se considera la inclinación astragalina. La tasa relativamente baja de capacidad de predicción del estrechamiento del espacio claro medial sin báscula astragalina se atribuye al pseudoestrechamiento del espacio claro medial como consecuencia de cambios osteofíticos del maléolo interno o el astrágalo. Sin embargo, el pinzamiento del espacio articular con ángulo de inclinación astragalina alterado, se corresponde en la artroscopia con auténtico daño del cartílago hialino en la artroscopia, lo cual se explica porque la báscula del astrágalo en la mortaja produce una sobrecarga asimétrica en un área de cartílago pequeña^{62, 63}.

A pesar de estas teorías, no hemos podido establecer correlación estadísticamente significativa entre el ángulo de inclinación astragalina medido al final del seguimiento y la aparición de artrosis postraumática (tabla 6 capítulo de resultados), que sin embargo sí se ha manifestado para la medición del espacio claro medial postoperatorio con $p=0,04$ y no parece que sea plausible la teoría del pseudoestrechamiento del espacio claro medial propugnada por Moon⁸⁶, dado que los valores mínimos registrados en el espacio claro medial de 0 mm, con media y mediana de 0,5 mm y máximo de 1 mm conducen a pensar en una verdadera desaparición del cartílago articular en el compartimento medial más que en un falso pinzamiento.

Existe un axioma que afirma que la artrosis postraumática se hace evidente pasado un año de la lesión inicial como afirma Wilson¹¹⁰ ya en 1966, pero esto se ha puesto en entredicho; se ha encontrado correlación significativa ($p=0,02$; tabla 6 del capítulo de resultados) entre el tiempo de seguimiento y el grado de artrosis en la clasificación van Dijk siendo estos directamente proporcionales, es decir, a mayor tiempo de seguimiento, mayor artrosis. También hemos encontrado correlación entre la clasificación de van Dijk y la presencia o ausencia de lesión sindesmal ($p=0,04$; tabla 7 del capítulo de resultados) pero esto se presta a una doble lectura, ya que no se ha podido dilucidar si se debe a que la presencia de disrupción de la articulación tibioperonea distal favorece la aparición de un grado más elevado en la clasificación de artrosis pasado un tiempo de evolución, o bien a que entre los pacientes que no presentaron lesión, el 50,6% muestra en las radiografías al final del seguimiento una puntuación van Dijk grado 0.

También se buscaron correlaciones entre las mediciones del espacio claro medial pre y postoperatorio (Figuras 54 y 58, capítulo resultados) y de estos con la lesión sindesmal y el grado de artrosis, pero el único hallazgo relevante fue la asociación entre la medida del espacio claro medial y la lesión sindesmótica, como ya se ha comentado.

Se han recogido dos casos de sinostosis tibiofibular distal, una complicación infrecuente con una incidencia aproximada del 6% del total de fracturas de tobillo (2% de las transindesmales y 12% de las suprasindesmales); representan un 2,76% del total de la muestra y un 6,9% del grupo lesionado. En ambos se comienza a observar la formación de callo sobre el tercer mes postoperatorio y está francamente establecida al año. No existen muchas publicaciones sobre este tema, ya que según Albers¹¹ y el grupo de van Dijk que en un estudio sobre 230 fracturas de tobillo, encontraron 15 pacientes con sinostosis, los resultados a los 14 años de seguimiento son idénticos.

Esta aparente falta de repercusión funcional al perder la sindesmosis su elasticidad, contradice principios expuestos en el apartado de Biomecánica y no se puede aventurar una explicación científica, del mismo modo que deja sin valor un tópico recurrente en las discusiones sobre qué tipo de material es el ideal para reparar la sindesmosis, es decir fijación estática con tornillos de tres o cuatro corticales o dinámica con botón-sutura (TightRope[®]). En un estudio multicéntrico randomizado a doble ciego, Laflamme¹² y cols., comparan los resultados clínicos y radiológicos en 65 pacientes, 33 con fijación dinámica de la sindesmosis y 32 estática, obteniendo mejores resultados en el grupo dinámico, atribuibles a la conservación de la movilidad sindesmal.

De forma recurrente se encuentran referencias sobre la técnica quirúrgica adecuada para el tratamiento de las lesiones sindesmales, lo que da idea de la importancia del problema; dado que no es objetivo del presente trabajo, esencialmente orientado al diagnóstico, no se discute en profundidad, pero en resumen los autores analizan la influencia del nivel de inserción del tornillo sindesmótico, su material de fabricación, el efecto del número de corticales, el diámetro del tornillo, la utilización de dos tornillos o uno solo, la necesidad de retirarlo antes de

iniciar la carga y si es así, el momento más adecuado. Schepers¹¹³ no encuentra diferencias en los resultados que se relacionen con alguno de estos aspectos técnicos en su estudio sobre 93 pacientes con una mediana de seguimiento de 51 meses, aunque recomienda no insertar el tornillo por encima de 4 cm sobre el nivel del foco de fractura fibular.

Como línea de investigación futura, se propone el diseño de estudios prospectivos en los que se incluyan pacientes con fracturas de tobillo que afecten al maléolo interno y precisen tratamiento quirúrgico, para obtener en el preoperatorio el valor de las mediciones del ángulo crurofocal medial, espacio claro tibiofibular y clasificación de Lauge-Hansen. Tras aplicar los modelos predictivos de lesión, se clasificará a los pacientes en las categorías lesión syndesmal presente o ausente y durante la cirugía que será llevada a cabo por un cirujano miembro del equipo investigador pero no será conocedor del grupo en que ha sido clasificado el enfermo, se comprobará mediante visión directa o aplicación de pruebas de estrés, la existencia de lesión syndesmal real.

Recapitulando, se otorga relevancia a los resultados obtenidos pues pueden tener utilidad para la práctica clínica y la investigación futura sobre este tema, la syndesmosis tibioperonea, que se encuentra en auge, genera gran controversia y multitud de publicaciones mensuales y preocupa de forma creciente a la comunidad ortopédica.

El estudio que se presenta, tiene como debilidades la limitación del tamaño muestral y su carácter retrospectivo; pero sus fortalezas estriban en un trabajo estadístico de calidad que suple las limitaciones con sistemas de validación contrastados, para aportar una nueva herramienta,

el ángulo crurofocal medial cuya reproducibilidad intra e interobservador se demuestran, que puede incluirse en modelos predictivos útiles en el diagnóstico de sospecha de la lesión sindesmal latente.

Conclusiones

■ Conclusiones

1. Se obtienen tres modelos que pueden predecir la lesión sindesmótica utilizando parámetros obtenidos de la radiografía simple preoperatoria, y además son validados. La medición del ángulo crurofocal medial, se incluye en estos modelos y demuestra ser una técnica válida y reproducible.
2. La validación de los modelos y la ausencia de valores menores de 60° del ángulo crurofocal medial en los casos con lesión sindesmal presente, conducen a confirmar la hipótesis y ver cumplido el objetivo principal.
3. Se ha encontrado relación significativa entre la medida del ángulo crurofocal medial y el tipo de fractura según Lauge-Hansen; incluida dicha clasificación en uno de los modelos desarrollados que muestran validez y capacidad predictiva, se confirma el valor que sigue manteniendo aún en la práctica diaria.
4. Se establece relación estadísticamente significativa entre la presencia de lesión sindesmal y el desarrollo de artrosis postraumática, y entre esta y la medida del espacio claro medial postoperatorio.

Bibliografía

■ Bibliografía

1. Purvis GD. Displaced, unstable ankle fractures: classification, incidence, and management of a consecutive series. *Clin Orthop Relat Res.* 1982; 165: 91-8.
2. Dattani R, Patnaik S, Kantak A, Srikanth B, Selvan TP. Injuries to the tibiofibular syndesmosis. *J Bone Joint Surg Br.* 2008; 90: 405-10.
3. Gerber JP, Williams GN, Scoville CR, Arciero RA, Taylor DC. Persistent disability associated with ankle sprains: a prospective examination of an athletic population. *Foot Ankle Int.* 1998; 19: 653-60.
4. Schepers T, van Zuuren WJ, van den Bekerom MP, Vogels LM, van Lieshout EM. The management of acute distal tibio-fibular syndesmotic injuries: results of a nationwide survey. *Injury.* 2012; 43: 1718-23.
5. Boytim MJ, Fischer DA, Neumann L. Syndesmotic ankle sprains. *Am J Sports Med.* 1991; 19: 294-8.
6. Nussbaum ED, Hosea TM, Sieler SD, Incremona BR, Kessler DE. Prospective evaluation of syndesmotic ankle sprains without diastasis. *Am J Sports Med.* 2001; 29: 31-5.
7. Hopkinson WJ, St Pierre P, Ryan JB, Wheeler JH. Syndesmosis sprains of the ankle. *Foot Ankle.* 1990; 10: 325-30.
8. Jones MH, Amendola A. Syndesmosis sprains of the ankle: a systematic review. *Clin Orthop Relat Res.* 2007; 455: 173-5.
9. Court-Brown CM, McBirnie J, Wilson G. Adult ankle fractures-an increasing problem? *Acta Orthop Scan.* 1998; 69: 43-7.

10. Wright RW, Barile RJ, Surprenant DA, Matava MJ. Ankle syndesmosis sprains in national hockey league players. *Am J Sports Med.* 2004; 32: 1941-5.
11. Sagi HC, Shah AR, Sanders RW. The functional consequence of syndesmotic joint malreduction at a minimum 2-year follow-up. *J Orthop Trauma.* 2012; 26: 439-43.
12. Mendelsohn ES, Hoshino CM, Harris TG, Zinar DM. The effect of obesity on early failure after operative syndesmosis injuries. *J Orthop Trauma.* 2013; 27: 201-6.
13. Veltri DM, Pagnani MJ, O'Brien SJ, Warren RF, Ryan MD, Barnes RP. Symptomatic ossification of the tibiofibular syndesmosis in professional football players: a sequela of the syndesmotic ankle sprain. *Foot Ankle Int.* 1995; 16: 285-90.
14. Wilson FC Jr, Skilbred LA. Long-term results in the treatment of displaced bimalleolar fractures. *J Bone Joint Surg Am.* 1966; 48: 1065-78.
15. Phillips WA, Schwartz HS, Keller CS, Woodward HR, Rudd WS, Spiegel PG, Laros GS. A prospective, randomized study of the management of severe ankle fractures. *J Bone Joint Surg Am.* 1985; 67: 67-78.
16. Clanton TO, Paul P: Syndesmosis injuries in athletes. *Foot Ankle Clin.* 2002; 7: 529-49.
17. Taylor DC, Englehardt DL, Bassett FH III. Syndesmosis sprains of the ankle. The influence of heterotopic ossification. *Am J Sports Med.* 1992; 20: 146-50.
18. McKeon KE, Wright RW, Johnson JE, McCormick JJ, Klein SE. Vascular anatomy of the tibiofibular syndesmosis. *J Bone Joint Surg Am.* 2012; 94: 931-8.
19. Ogilvie-Harris DJ, Reed SC, Hedman TP. Disruption of the ankle syndesmosis: biomechanical study of the ligamentous restraints. *Arthroscopy.* 1994; 10: 558-60.

20. Michelson JD, Helgemo SL Jr. Kinematics of the axially loaded ankle. *Foot Ankle Int.* 1995; 16: 577-82.
21. Close JR. Some applications of the functional anatomy of the ankle joint. *J Bone Joint Surg Am.* 1956; 38: 761-81.
22. Hansen M, Le L, Wertheimer S, Meyer E, Haut R. Syndesmosis fixation: analysis of shear stress via axial load on 3.5-mm and 4.5-mm quadricortical syndesmotic screws. *J Foot Ankle Surg.* 2006; 45: 65-9.
23. Huber T, Schmoelz W, Bölderl A. Motion of the fibula relative to the tibia and its alterations with syndesmosis screws: A cadaver study. *Foot Ankle Surg.* 2012; 18: 203-9.
24. Gardner MJ, Brodsky A, Briggs SM, Nielson JH, Lorich DG. Fixation of posterior malleolar fractures provides greater syndesmotic stability. *Clin Orthop Relat Res.* 2006; 447:165-71.
25. Miller AN, Carroll EA, Parker RJ, Helfet DL, Lorich DG. Posterior malleolar stabilization of syndesmotic injuries is equivalent to screw fixation. *Clin Orthop Relat Res.* 2010; 468: 1129-35.
26. Huber M, Stutz PM, Gerber C. Open reduction and internal fixation of the posterior malleolus with a posterior antiglide plate using a postero-lateral approach – a preliminary report. *Foot Ankle Surg.* 1996; 2: 95-103.
27. Needleman RL, Skrade DA, Stiehl JB. Effect of the syndesmotic screw on ankle motion. *Foot Ankle.* 1989; 10: 17-24.
28. Stuart K, Panchbhavi VK. The fate of syndesmotic screws. *Foot Ankle Int.* 2011; 32: 519-25.

29. Egol KA, Pahk B, Walsh M, Tejwani NC, Davidovitch RI, Koval KJ. Outcome after unstable ankle fracture: effect of syndesmotic stabilization. *J Orthop Trauma*. 2010; 24: 7-11.
30. Hamid N, Loeffler BJ, Braddy W, Kellam JF, Cohen BE, Bosse MJ. Outcome after fixation of ankle fractures with an injury to the syndesmosis: the effect of the syndesmosis screw. *J Bone Joint Surg Br*. 2009; 91:1069-73.
31. Manjoo A, Sanders DW, Tieszer C, MacLeod MD. Functional and radiographic results of patients with syndesmotic screw fixation: implications for screw removal. *J Orthop Trauma*. 2010; 24: 2-6.
32. Ebraheim NA, Elgafy H, Padanilam T: Syndesmotic disruption in low fibular fractures associated with deltoid ligament injury. *Clin Orthop Relat Res*. 2003; 409: 260-7.
33. Tornetta P III: Competence of the deltoid ligament in bimalleolar ankle fractures after medial malleolar fixation. *J Bone Joint Surg Am*. 2000; 82: 843-8.
34. Boden SD, Labropoulos PA, McCowin P, Lestini WF, Hurwitz SR. Mechanical considerations for the syndesmosis screw. A cadaver study. *J Bone Joint Surg Am*. 1989; 71: 1548-55.
35. Harris IA, Jones HP: The fate of the syndesmosis in type C ankle fractures: A cadaveric study. *Injury*. 1997; 28: 275-7.
36. 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: 435-8.
37. Michelson JD, Waldman B: An axially loaded model of the ankle after pronation external rotation injury. *Clin Orthop Relat Res*. 1996; 328: 285-93.
38. McConnell T, Creevy W, Tornetta P III: Stress examination of supination external rotation-type fibular fractures. *J Bone Joint Surg Am*. 2004; 86: 2171-8.

39. Nielson JH, Sallis JG, Potter HG, Helfet DL, Lorich DG: Correlation of interosseous membrane tears to the level of the fibular fracture. *J Orthop Trauma.* 2004; 18: 68-74.
40. Tang CW, Roidis N, Vaishnav S, Patel A, Thordarson DB: Position of the distal fibular fragment in pronation and supination ankle fractures: a CT evaluation. *Foot Ankle Int.* 2003; 24: 561-6.
41. Stark E, Tornetta P III, Creevy WR. Syndesmotic instability in Weber B ankle fractures: a clinical evaluation. *J Orthop Trauma.* 2007; 21: 643-6.
42. Tornetta P III, Axelrad TW, Sibai TA, Creevy WR. Treatment of the stress positive ligamentous SE4 ankle fracture: incidence of syndesmotic injury and clinical decision making. *J Orthop Trauma.* 2012; 26: 659-61.
43. Pakarinen H, Flinkkilä T, Ohtonen P, Hyvönen P, Lakovaara M, Leppilahti J, Ristinieni J. Intraoperative assessment of the stability of the distal tibiofibular joint in supination-external rotation injuries of the ankle: sensitivity, specificity, and reliability of two clinical tests. *J Bone Joint Surg Am.* 2011; 93: 2057-61.
44. Jenkinson RJ, Sanders DW, Macleod MD, Domonkos A, Lydestadt J. Intraoperative diagnosis of syndesmosis injuries in external rotation ankle fractures. *J Orthop Trauma.* 2005; 19: 604-9.
45. Michelson JD, Magid D, Ney DR, Fishman EK: Examination of the pathologic anatomy of ankle fractures. *J Trauma.* 1992; 32: 65-70.
46. Pakarinen HJ, Flinkkilä TE, Ohtonen PP, Hyvönen PH, Lakovaara MT, Leppilahti JI, Ristinieni JY. Syndesmotic fixation in supination-external rotation ankle fractures: a prospective randomized study. *Foot Ankle Int.* 2011; 32: 1103-9.

47. Marmor M, Hansen E, Han HK, Buckley J, Matityahu A. Limitations of standard fluoroscopy in detecting rotational malreduction of the syndesmosis in an ankle fracture model. *Foot Ankle Int.* 2011; 32: 616-22.
48. Harper MC, Keller TS. A radiographic evaluation of the tibiofibular syndesmosis. *Foot Ankle.* 1989; 10: 156-60.
49. Beumer A, van Hemert WLW, Niesing R, Entius CA, Ginai AZ, Mulder PG, Swierstra BA. Radiographic measurement of the distal tibiofibular syndesmosis has limited use. *Clin Orthop Relat Res.* 2004; 423: 227-34.
50. Williams GN, Jones MH, Amendola A. Syndesmotic ankle sprains in athletes. *Am J Sports Med.* 2007; 35: 1197-207.
51. van Dijk CN, Lim LS, Bossuyt PM, Marti RK. Physical examination is sufficient for the diagnosis of sprained ankles. *J Bone Joint Surg Br.* 1996; 78: 958-62.
52. Alonso A, Khoury L, Adams R. Clinical tests for ankle syndesmosis injury: reliability and prediction of return to function. *J Orthop Sports Phys Ther.* 1998; 27: 276-84.
53. Kiter E, Bozkurt M. The crossed-leg test for examination of ankle syndesmosis injuries. *Foot Ankle Int.* 2005; 26: 187-8.
54. Stiell IG, McKnight RD, Greenberg GH. Implementation of the Ottawa ankle rules. *J Am Med Assoc.* 1994; 271: 827-32.
55. Merrill KD: The Maisonneuve fracture of the fibula. *Clin Orthop Relat Res.* 1993; 287:218-23.
56. Snedden MH, Shea JP: Diastasis with low distal fibula fractures: An anatomic rationale. *Clin Orthop Relat Res.* 2001; 382: 197-205.

57. Gardner R, Yousri T, Holmes F, Clark D, Pollintine P, Miles AW, Jackson M. Stabilization of the syndesmosis in the Maisonneuve fracture - a biomedical study comparing two-hole locking plate and quadricortical screw fixation. *J Orthop Trauma*. 2013; 27: 212-6.
58. Pankovich AM. Maisonneuve fracture of the fibula. *J Bone Joint Surg Am*. 1976; 58: 337-42.
59. Zalavras C, Thordarson D. Ankle syndesmotic injury. *J Am Acad Orthop Surg*. 2007; 15: 330-9.
60. Pneumaticos SG, Noble PC, Chatziioannou SN, Trevino SG. The effects of rotation on radiographic evaluation of the tibiofibular syndesmosis. *Foot Ankle Int*. 2002; 23: 107-11.
61. Weber B, Simpson L. Corrective lengthening osteotomy of the fibula. *Clin Orthop Relat Res*. 1985; 199: 61-7.
62. Ramsey PL, Hamilton W. Changes in tibiotalar area of contact caused by lateral talar shift. *J Bone Joint Surg Am*. 1976; 58: 356-7.
63. Lloyd J, Elsayed S, Hariharan K, Tanaka H. Revisiting the concept of talar shift in ankle fractures. *Foot Ankle Int*. 2006; 27: 793-6.
64. Grenier S, Benoit B, Rouleau DM, Leduc S, Laflamme CY, Liew A. APTF: Antero-posterior Tibiofibular ratio, a new reliable measure to asses syndesmotic reduction. *J Orthop Trauma*. 2013; 27: 207-11.
65. Xenos JS, Hopkinson WJ, Mulligan ME, Olson EJ, Popovic NA. The tibiofibular syndesmosis. Evaluation of the ligamentous structures, methods of fixation, and radiographic assessment. *J Bone Joint Surg Am*. 1995; 77: 847-56.

66. Candal-Couto JJ, Burrow D, Bromage S, Briggs PJ. Instability of the tibio-fibular syndesmosis: have we been pulling in the wrong direction? *Injury*. 2004; 35: 814-8.
67. Mukhopadhyay S, Metcalfe A, Guha AR, Mohanty K, Hemmadi S, Lyons K, O'Doherty D. Malreduction of syndesmosis- are we considering the anatomical variation? *Injury*. 2011; 42: 1073-6.
68. Edwards GS Jr, DeLee JC. Ankle diastasis without fracture. *Foot Ankle*. 1984; 4: 305-12.
69. 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.
70. Franke J, von Recum J, Suda AJ, Grutzner PA, Wendl K. Intraoperative threedimensional imaging in the treatment of acute unstable syndesmotic injuries. *J Bone Joint Surg Am*. 2012; 94: 1386-90.
71. Dikos GD, Heisler J, Choplin RH, Weber TG. Normal tibiofibular relationships at the syndesmosis on axial CT imaging. *J Orthop Trauma*. 2012; 26: 433-8.
72. Nielson JH, Gardner MJ, Peterson MGE, Sallis JC, Potter HG, Helfet DL, Lorch DG. Radiographic measurements do not predict syndesmotic injury in ankle fractures: an MRI study. *Clin Orthop Relat Res*. 2005; 436: 216-21.
73. Oae K, Takao M, Naito K, Uchio Y, Kono T, Ishida J, Ochi M. Injury of the tibiofibular syndesmosis: value of MR imaging for diagnosis. *Radiology*. 2003; 227: 155-61.
74. Han SH, Lee JW, Kim S, Suh JS, Choi YR. Chronic tibiofibular syndesmosis injury: the diagnostic efficiency of magnetic resonance imaging and comparative analysis of operative treatment. *Foot Ankle Int*. 2007; 28: 336-42.

75. Ogilvie-Harris DJ, Gilbert MK, Chorney K. Chronic pain following ankle sprains in athletes: the role of arthroscopic surgery. *Arthroscopy*. 1997; 13: 564-74.
76. Stoffel K, Wysocki D, Baddour E, Nicholls R, Yates P. Comparison of two intraoperative assessment methods for injuries to the ankle syndesmosis. A cadaveric study. *J Bone Joint Surg Am*. 2009; 91: 2646-52.
77. Miller AN, Barei DP, Iaquinto JM, Ledoux WR, Beingessner DM. Iatrogenic syndesmosis malreduction via clamp and screw placement. *J Orthop Trauma*. 2013; 27: 100-6.
78. Phisitkul P, Ebinger T, Goetz J, Vaseenon T, Marsh JL. Forceps reduction of the syndesmosis in rotational ankle fractures: a cadaveric study. *J Bone Joint Surg Am*. 2012; 94: 2256-61.
79. Tornetta P III, Spoo JE, Reynolds FA, Lee C. Overtightening of the ankle syndesmosis: is it really possible? *J Bone Joint Surg Am*. 2001; 83: 489-92.
80. Gardner MJ, Demetrakopoulos D, Briggs SM, Helfet DL, Lorch DG. Malreduction of the tibiofibular syndesmosis in ankle fractures. *Foot Ankle Int*. 2006; 27: 788-92.
81. Miller AN, Carroll EA, Parker RJ, Boraiah S, Helfet DL, Lorch DG. Direct visualization for syndesmotic stabilization of ankle fractures. *Foot Ankle Int*. 2009; 30: 419-26.
82. Summers HD, Sinclair MK, Stover MD. A reliable method for intraoperative evaluation of syndesmotic reduction. *J Orthop Trauma*. 2013; 27: 196-200.
83. Núñez-Samper M, Llanos LF. *Biomecánica, Medicina y Cirugía del Pie*. 2ª ed. Barcelona: Masson-Elsevier; 2007.
84. Marco F. Lesiones traumáticas del tobillo y el pie. En: Marco F, Urda AL eds. *Traumatología y Ortopedia para el Grado de Medicina*. Barcelona: Elsevier; 2015. p. 353-365.

85. Núñez-Samper M, Llanos LF. Examen del paciente. En: . Núñez-Samper M, Llanos LF, Viladot R eds. Técnicas quirúrgicas en cirugía del pie. Barcelona: Masson; 2003. p. 1-18.
86. Moon JS, Shim JC, Suh JS, Lee WC. Radiographic predictability of cartilage damage in medial ankle osteoarthritis. *Clin Orthop Relat Res.* 2010; 468: 2188–97.
87. Hastie T, Tibshinari R, Friedman HJ. The elements of statistical learning: data mining, inference and prediction. 2nd ed. New York: Springer; 2009.
88. Kruskal WH, Wallis WA. Use of ranks in one-criterion variance analysis. *J Am Stat Association.* 1952; 47: 583-621.
89. Searle SR. Linear Models. New York: Wiley & Sons; 1971.
90. Stone M. Cross-validatory choice and assessment of statistical prediction. *J.R. Stat Soc B.* 1974; 36: 111-33.
91. Akaike H. A new look at the statistical model identification. *Automatic control, IEEE Transactions on.* 1974; 19: 716-23.
92. Weening B, Bhandari M. Predictors of functional outcome following transsyndesmotric screw fixation of ankle fractures. *J Orthop Trauma.* 2005; 19: 102-8.
93. Ebraheim NA, Weston JT, Ludwig T, Moral M, Carroll T, Liu J. The association between medial malleolar fracture geometry, injury mechanism, and syndesmotric disruption. *Foot and Ankle Surg.* 2014; 20: 276-80.
94. Mei-Dan O, Carmont M, Laver L, Nyska M, Kammar H, Mann G, Clark B, Kots E. Standardization of the functional syndesmosis widening by dynamic U.S examination. *BMC Sports Science, Medicine, and Rehabilitation.* 2013; 5:9. doi:10.1186/2052-1847-5-9

95. Lepojärvi S, Pakarinen H, Savolla O, Haapea M, Sequeiros RB, Niinimäki J. Posterior traslation of the fibula may indicate malreduction: CT study of normal variation in uninjured ankles. *J Orthop Trauma*. 2014; 28: 205-9.
96. Shariff SS, Nathwani DK. Lauge-Hansen classification. A literature review. *Injury*. 2006; 37: 888-90.
97. Nielsen J, Dons-Jensen H, Söerensen HT. Lauge-Hansen classification of malleolar fractures. An assessment of the reproducibility in 118 cases. *Acta Orthop Scand*. 1990; 61: 385-7.
98. Streubel PN, McCormick JJ, Gardner MJ. The posterior malleolus: should it be fixed and why?. *Cur Orthop Pract*. 2011; 22: 17-24.
99. Gardner MJ, Demetrakopoulos BS, Briggs PA, Helfet DL, Lorich DG. The ability of the Lauge-Hansen classification to predict ligament injury and mechanism in ankle fractures: an MRI study. *J Orthop Trauma*. 2006; 20: 267-72.
100. Bible JE, Sivasubramaniam PG, Jahangir A, Evans JM, Mir HR. High-energy transsyn-desmotic ankle fracture dislocation-The “logsplitter” injury. *J Orthop Trauma*. 2014; 28: 200-4.
101. Heim D, Schmidlin V, Ziviello O. Do type B malleolar fractures need a positioning screw? *Injury*. 2002; 33: 729-34.
102. Jiang K, Schulz BM, Tsui YL, MS, Gardner TR, Greisberg JK. Comparison of radiographic stress tests for syndesmotic instability of supination-external rotation ankle fractures: A Cadaveric Study. *J Orthop Trauma*. 2014; 28: 123-27.

103. Matuszewski PE, Dombroski D, Lawrence TR, Esterhai JL, Mehta S. Prospective intra-operative syndesmotomic evaluation during ankle fracture fixation: stress external rotation versus lateral fibular stress. *J Orthop Trauma*. 2015; 29: 157-60.
104. Van Son MA, De Vries J, Roukema JA, Oudsten BL. Health status, health-related quality of life, and quality of life following ankle fractures: A systematic review. *Injury*. 2013; 44: 1391-402.
105. Stufkens S, van den Bekerom M, Kerkhoffs G, Hintermann B, van Dijk C. Long-term outcome after 1822 operatively treated ankle fractures: A systematic review of the literature. *Injury*. 2011; 42: 119-27.
106. Sproule JA, Khalid M, O'Sullivan M, McCabe JP. Outcome after surgery for Maisonneuve fracture of the fibula. *Injury*. 2004; 35: 791-8.
107. Donken C, Verhofstad M, Edwards MJ, van Laarhoven C. Twenty-two-year follow-up of pronation external rotation type III–IV (OTA Type C) ankle fractures: A retrospective cohort study. *J Orthop Trauma*. 2012; 26: 115-22.
108. Veen EJ, Zuurmond RG. Mid-term results of ankle fractures with and without syndesmotomic rupture. *Foot and Ankle Surg*. 2015; 21: 30-36.
109. Llanos LF, López-Laserna J, Núñez-Samper M, Coello A, Carpintero P, Gascón E. Resultados a largo plazo del tratamiento quirúrgico de las fracturas de tobillo. *Rev Med Cir Pie*. 1995; 9: 39-50.
110. Wilson FC, Skilbred LA. Long-term results in the treatment of displaced bimalleolar fractures. *J Bone Joint Surg Am*. 1966; 48: 1065-78.
111. Albers GH, De Kort AF, Middendorf PR, van Dijk CN. Distal tibiofibular synostosis after ankle fracture. *J Bone Joint Surg Br*. 1996; 78: 250-2.

112. Laflamme M, Belzile EL, Bédard L, van den Bekerom M, Glazebrook M, Pelet S. A prospective randomized multicenter trial comparing clinical outcomes of patients treated surgically with a static or dynamic implant for acute ankle syndesmosis rupture. *J Orthop Trauma*. 2015; 29: 216-23.
113. Schepers T, van der Linden H, van Lieshout E, Niesten D, van der Elst M. Technical aspects of the syndesmotomic screw and their effect on functional outcome following acute distal tibiofibular syndesmosis injury. *Injury*. 2014; 45: 775-9.

Anexos

Anexo I:

HOJA DE INFORMACIÓN AL PACIENTE

ESTUDIO RADIOLÓGICO DE LA CORRELACIÓN DEL TRAZO DE FRACTURA DEL MALEOLO INTERNO CON LA LESIÓN SINDESMAL EN FRACTURAS DE TOBILLO.

INVESTIGADOR:

Dr. Enrique J. Sánchez Morata,

Servicio de Traumatología y Cirugía Ortopédica, hospital 12 de Octubre, Madrid.

Teléfonos: 91 390 82 27 – 91 390 83 95.

Introducción

Se le invita a participar en una investigación; antes de decidir participar en este estudio, es importante que comprenda por qué se está realizando esta investigación y las posibles implicaciones para usted. Tómese el tiempo que necesite para leer la siguiente información detenidamente.

Objetivo del estudio

Encontrar pacientes que tengan una lesión de la articulación de la tibia con el peroné (sindesmosis), asociada a su fractura de tobillo mediante datos recogidos de la radiografía simple.

Procedimientos del estudio

Se han revisado 651 historias clínicas de las cuales 157 podrían asociar dicha lesión de la sindesmosis.

En caso de que acepte participar, tendrá que responder a una encuesta sobre la función del tobillo y estado de salud, y realizar una radiografía simple, similar a las que se realizó en consultas durante el seguimiento de la fractura.

Participación voluntaria y finalización prematura

Su participación es totalmente voluntaria. Puede rehusar a participar en este estudio o abandonarlo en cualquier momento, sin tener que dar ningún tipo de explicación. Ello no afectará a la atención médica que usted reciba, tanto ahora como en el futuro.

¿Cuáles son los posibles beneficios derivados de la participación en el estudio?

Si participa en el estudio, esto nos podría permitir obtener información que podría resultar beneficiosa para otros pacientes.

Confidencialidad de la información

Cualquier información que usted proporcione al médico de este estudio es confidencial, y su información médica se mantendrá estrictamente confidencial, de acuerdo con la Ley Orgánica 15/1999 de Protección de Datos de Carácter Personal.

Puede ejercer su derecho de acceso, rectificación, cancelación y oposición de los datos, de acuerdo con la LOPD 15/1999.

Los datos recogidos se identificarán mediante un código numérico, y en ningún caso se revelará su identidad.

El médico del estudio es responsable de mantener una lista de códigos en la que se asocia el código numérico que se le haya asignado con su nombre. Dicha lista se mantendrá en lugar seguro.

¿Qué ocurrirá con los resultados de este estudio?

Se publicarán con fines científicos y de Tesis Doctoral, aunque en ningún caso se le identificará en ningún informe o publicación.

Persona de contacto en caso de que tenga alguna cuestión

Dr. Enrique J. Sánchez Morata,

Servicio de Traumatología y Cirugía Ortopédica, hospital 12 de Octubre, Madrid.

Teléfonos: 91 390 82 27, 91 390 83 95.

No deberá firmar este documento de consentimiento a menos que haya tenido la oportunidad de formular preguntas y que estas se hayan respondido satisfactoriamente.

Le agradecemos el tiempo que ha dedicado a leer esta información.

DOCUMENTO DE CONSENTIMIENTO INFORMADO

- Confirmando que he leído y comprendo la hoja de información para este estudio.
- Confirmando que se me ha explicado el estudio y que he tenido la oportunidad de realizar preguntas, y que he dispuesto de suficiente tiempo para decidir si deseo participar. Sé con quién debo contactar si tengo alguna cuestión adicional.
- Acepto que mis datos personales sean archivados al final del estudio.
- Acepto participar en este estudio de investigación de forma voluntaria y sé que puedo retirarme del mismo en cualquier momento, sin que ello afecte al tratamiento médico que pueda recibir.

Se le entregará una copia de la hoja de información al paciente y una copia firmada del documento de consentimiento informado.

Nombre del participante en el estudio (en letra de imprenta)

Firma:

Fecha: / /

He informado al paciente de todos los aspectos del estudio,

Enrique J. Sánchez Morata

Firma:

Fecha: / /



Hospital Universitario
12 de Octubre
Comunidad de Madrid



Nº CEIC: 15/018

INFORME DEL COMITÉ ÉTICO DE INVESTIGACION CLINICA

Dña. MARIA UGALDE DIEZ, Secretaria del Comité Ético de Investigación Clínica (CEIC) del Hospital Universitario Doce de Octubre.

CERTIFICA:

Que este Comité, en la reunión celebrada el día **27/01/2015**, ha evaluado los aspectos éticos del Proyecto de Investigación titulado:

ESTUDIO RADIOLÓGICO DE LA CORRELACIÓN DEL TRAZO DE FRACTURA DEL MALEOLO INTERNO CON LA LESIÓN SINDESMAL EN FRACTURAS DE TOBILLO

Del cual el Dr. **ENRIQUE J. SANCHEZ MORATA**,
Del Servicio de **TRAUMATOLOGIA** es el Investigador Principal

Entendiendo que dicho estudio se ajusta a las normas éticas esenciales y criterios deontológicos que rigen en este Centro, cumpliendo los requisitos metodológicos necesarios, este Comité **INFORMA FAVORABLEMENTE** a la realización de dicho proyecto en este Centro.

Lo que firmo en Madrid, a 2 de febrero de 2015,


Hospital Universitario
12 de Octubre
SaludMadrid Comunidad de Madrid
COMITÉ ÉTICO DE INVESTIGACIÓN CLINICA

Firmado: *Dra. Maria Ugalde Diez*
Secretaria CEIC Hospital 12 de Octubre.



Hospital Universitario
12 de Octubre
Comunidad de Madrid



Nº CEIC: 15/018

TITULO: ESTUDIO RADIOLÓGICO DE LA CORRELACIÓN DEL TRAZO DE FRACTURA DEL MALEOLO INTERNO CON LA LESIÓN SINDESMAL EN FRACTURAS DE TOBILLO

Investigador Principal: SANCHEZ MORATA, ENRIQUE J

Dª MARIA UGALDE DIEZ, SECRETARIA DEL COMITÉ ETICO DE INVESTIGACION CLINICA DEL HOSPITAL UNIVERSITARIO 12 DE OCTUBRE DE MADRID

Hace constar que:

1. En la reunión ordinaria celebrada el día **27/01/2015**, se decidió emitir el informe correspondiente al proyecto de Investigación de referencia.
2. El CEIC del Hospital Universitario 12 de Octubre, tanto en su composición como en sus PNTs, cumple con las normas de BPC (CPMP/ICH/135/95)
3. La composición del Ceic del Hospital Universitario 12 de Octubre que evaluó el proyecto fue la siguiente:

PRESIDENTE	Dra. Mª del Puy Goyache Goñi	Farmacéutico Adjunto de Farmacia Hospitalaria
VICEPRESIDENTA	Dra. Carmen Jimenez López-Guarch	Medico Cardiología
SECRETARIA	Dra. María Ugalde Díez	Dra. en Ciencias Biológicas
VOCALES:	Dª Mª Luisa Albelda de la Haza	Licenciada Derecho
	Dra. Mª de las Mercedes Catalán Gómez	Medico Medicina Intensiva
	Dr. Rafael Delgado Vazquez	Jefe de Sección de Microbiología Molecular
	Dr. Alberto Galindo Izquierdo	Jefe de Sección Obstetricia y Ginecología
	Dr. Eduardo Gutiérrez Martínez	Medico Nefrología
	Dr. José Antonio López Martín	Medico Oncología Medica
	Dra. Maria del Pilar Martinez Sanchez	Medico Hematología
	Sr. Francisco Javier Mazuecos Gómez	Auxiliar Administrativo Endoscopia
	Dr. Cesar Minué Lorenzo	Médico de Familia de Atención Primaria
	Dr. José Manuel Moreno Villares	Medico Pediatría
	Dra. Gloria Orejón de Luna	Pediatra de Atención Primaria
	Dª. Montserrat Pilas Pérez	Diplomado Universitario en Enfermería
	Dr. Santiago Ponce Aix	Medico Oncología
	Sra. Yolanda del Rey Granada	Diplomado Universitario en Enfermería
	Dra. Yolanda Rodríguez Gil	Médico Anatomía Patológica
	Dr. Roberto Rodríguez Jimenez	Médico Psiquiatría
	Dra. Belen Ruiz Antoran	Farmacóloga clínica (Clínica Puerta de Hierro)
	Dra. Raquel Siguín Gómez	Farmacéutica Atención Primaria
	Dª Rosa Mª Vega Víaña	Plataforma de Ensayos Clínicos SCReN
	Dr. Alberto Villarejo Galende	Medico Neurología

Que en el caso de que se evaluara algún proyecto del que un miembro sea investigador/colaborador, este se ausentara de la reunión durante la discusión del proyecto.

Para que conste donde proceda, y a petición del promotor,

Anexo II:

FORMULARIO DE RECOGIDA DE DATOS

INICIALES: _____ EDAD: _____

Nº HISTORIA CLINICA: _____ SEXO: _____

FECHA DE LESIÓN: / /

TIPO DE LESIÓN*: SA SER PA PER Nº MALEOLOS:

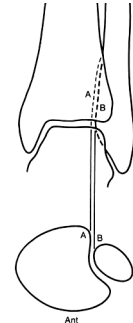
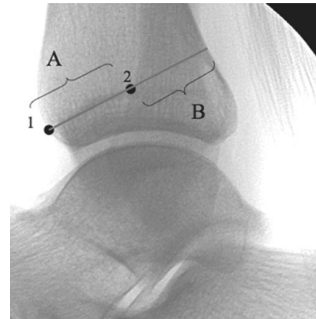
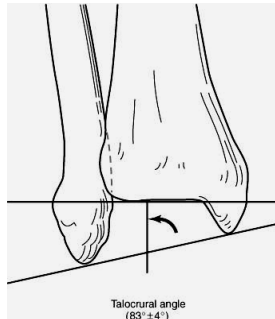
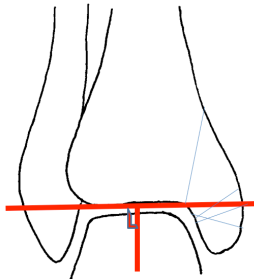
IMAGEN RX ANTEROPOSTERIOR:

MEDIDA DEL
ÁNGULO A
ESTUDIO:

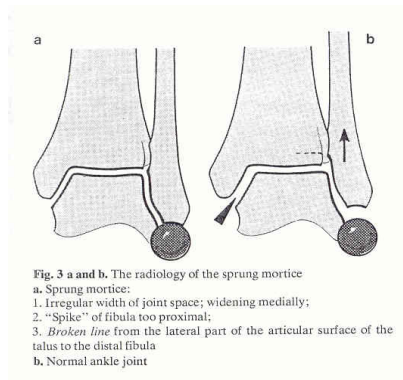
ÁNGULO
TALOCRURAL
(Normal $83 \pm 4^\circ$):

RATIO TIBIOFIBULAR
ANTEROPOSTERIOR
(Normal $0,94 \pm 0,13$):

ESPACIO CLARO
TIBIOFIBULAR
(Normal $< 6\text{mm}$):



LÍNEA DE SHENTON:



CONTINUA DISCONTINUA

ESPACIO CLARO MEDIAL (Normal < 5mm):

PRUEBAS DE ESTRÉS: POSITIVA NEGATIVA DESCONOCIDO

PRESENCIA DE TORNILLO SINDESMÓTICO: SÍ NO

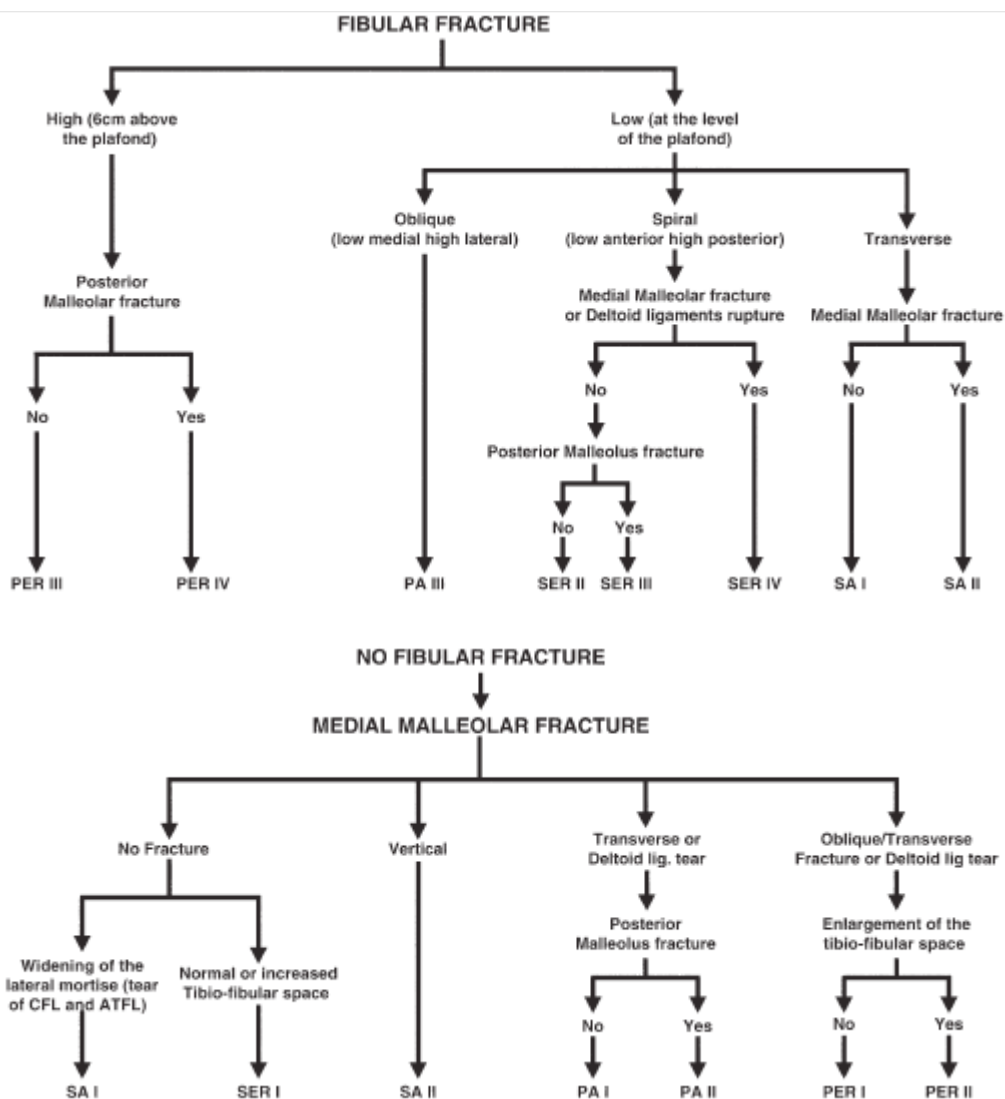
LESIÓN SINDESMAL DOCUMENTADA: SÍ NO

ESCALA VAN DIJK:

CLARO POSTOP:

INCLINACION POSTOP:

*ALGORITMO:



Item	Nº Historia	Edad	Fecha lesión	Tipo Lesión(LH)	Nº maleolo interno	Ángulo de inclinación astragalina	Supraposición calcálea (LH)	Ratio tibiofibular AP	Supraposición calcálea (R)	Ángulo de inclinación astragalina	Lineas Shenton	Espacio claro medial	Pruebas estasísimicas	Presencia de síndrome sintomático	Medida ángulo astragal	Espacio claro TF	Lesión sindesmal documentada	Van Dijk	Espacio claro postreducción	Ángulo inclinación astragalina postre	
10	32173	65	25/11/2013	Supracción-rotación externa IV	3	83	0,25 SI	7,4	0,25 SI	7,4	1 Continúa	5,2	Desconocido	NO	84	5,2	NO	0	3	0	
14	38142	61	03/11/2012	Supracción-rotación externa IV	3	84	1,45 NO	5,2	1,45 NO	5,2	2 Discontinua	5,3	Desconocido	NO	65	5,3	NO	2	3,2	0	
15	38153	63	04/08/2012	Supracción-rotación externa IV	3	84	0,94 SI	6,7	0,94 SI	6,7	2 Continúa	5,3	Positiva	SI	105	4,5	NO	2	3,1	0	
19	41849	62	03/02/2012	Supracción-rotación externa IV	2	102	1,35 NO	7,7	1,35 NO	7,7	2 Discontinua	5,2	Desconocido	NO	136	5,2	NO	3	5,5	2	
24	42933	65	25/10/2013	Supracción-rotación externa IV	2	79	0,51 SI	8,1	0,51 SI	8,1	5 Discontinua	5,8	Negativa	NO	88	3,1	NO	2	2,2	0	
25	44718	64	18/02/2011	Pronación-rotación externa IV	3	82	0,92 NO	3	0,92 NO	3	0 Continúa	5	Desconocido	NO	96	3	NO	2	5	0	
26	46235	62	18/09/2011	Supracción-rotación externa IV	2	100	0,52 SI	8	0,52 SI	8	0 Continúa	7	Desconocido	NO	70	9	SI	2	5	0	
27	48286	70	11/02/2012	Supracción-rotación externa IV	2	90	1,65 NO	6,7	1,65 NO	6,7	1 Discontinua	5,2	Negativa	NO	32	5,2	NO	2	5,1	0	
28	48983	73	12/03/2014	Pronación-rotación externa IV	3	82	1,015 SI	8,2	1,015 SI	8,2	7 Discontinua	6,5	Desconocido	NO	95	6,5	SI	0	3,4	0	
30	46197	61	28/08/2013	Supracción-rotación externa IV	2	88	0,42 SI	5,5	0,42 SI	5,5	3 Continúa	5	Desconocido	NO	85	5	NO	0	5	2	
31	47921	74	21/02/2013	Supracción-rotación externa IV	2	83	0,3 SI	10	0,3 SI	10	1 Continúa	4	Desconocido	NO	82	4,5	NO	0	4,5	2	
37	48914	78	15/02/2011	Supracción-rotación externa IV	3	84	0,88 NO	4	0,88 NO	4	1 Continúa	3	Desconocido	NO	75	3	NO	2	3	0	
41	51137	82	28/01/2011	Pronación-rotación externa IV	3	80	0,58 NO	4	0,58 NO	4	1 Continúa	4	Desconocido	NO	45	4	NO	2	3	0	
42	52268	65	11/02/2014	Supracción-rotación externa IV	2	7,4	0,52 NO	25	0,52 NO	25	3 Continúa	5,5	Desconocido	NO	85	5,5	SI	0	5	2	
43	53878	64	12/01/2012	Supracción-rotación externa IV	2	87	0,93 SI	5	0,93 SI	5	3 Discontinua	5,9	Positiva	SI	111	5,9	SI	1	4	2	
44	53180	79	16/01/2013	Supracción-rotación externa IV	3	95	0,88 SI	4,1	0,88 SI	4,1	1 Continúa	4	Desconocido	SI	74	4,7	SI	0	4	2	
45	53251	84	01/02/2012	Supracción-rotación externa IV	3	84	1,88 NO	8,6	1,88 NO	8,6	0 Continúa	2	Negativa	NO	92	3	NO	0	3	0	
46	55487	89	21/01/2012	Supracción-rotación externa IV	2	102	1,5 NO	2,2	1,5 NO	2,2	0 Continúa	5,3	Desconocido	NO	103	6,2	SI	2	4,9	2	
47	56808	71	06/11/2012	Supracción-rotación externa IV	3	84	0,94 SI	6,9	0,94 SI	6,9	1 Continúa	3	Desconocido	NO	86	4,9	NO	2	2,8	2	
53	62037	62	20/03/2012	Supracción-rotación externa IV	2	79	0,3 NO	12	0,3 NO	12	4 Continúa	8,7	Desconocido	NO	88	4,5	NO	2	5	0	
54	63188	64	25/02/2012	Supracción-rotación externa IV	2	93	0,84 SI	9	0,84 SI	9	1 Discontinua	3	Desconocido	NO	120	3	NO	2	5	0	
56	66679	62	27/08/2012	Supracción-rotación externa III	2	84	0,71 SI	9,1	0,71 SI	9,1	2 Continúa	4,9	Desconocido	NO	105	4,9	NO	1	4,8	2	
57	68886	62	27/01/2014	Supracción-rotación externa III	2	89	0,73 SI	8,8	0,73 SI	8,8	0 Continúa	4,9	Desconocido	NO	80	5,1	NO	1	4,8	0	
70	72783	79	08/08/2011	Pronación-rotación externa IV	2	88	0,88 NO	9	0,88 NO	9	0 Discontinua	4,4	Negativa	SI	125	5	SI	2	3,8	0	
72	73384	71	18/07/2012	Supracción-rotación externa IV	2	87	1,19 SI	11,2	1,19 SI	11,2	2 Continúa	4	Negativa	NO	78	9	SI	1	3,8	0	
74	74413	85	18/04/2012	Supracción-rotación externa IV	2	10,3	1,5 NO	10,3	1,5 NO	10,3	4 Discontinua	5,6	Negativa	NO	87	5,6	SI	2	3,3	1	
75	76702	84	01/11/2012	Supracción-rotación externa IV	2	87	0,65 SI	9	0,65 SI	9	0 Continúa	3	Negativa	NO	90	3	NO	0	3	0	
78	80745	72	03/10/2011	Pronación-rotación externa III	3	80	0,5 SI	3	0,5 SI	3	0 Discontinua	6	Desconocido	NO	130	6	NO	2	5	0	
80	82888	72	26/04/2013	Supracción-rotación externa IV	3	78	0,9 SI	9	0,9 SI	9	1 Continúa	4	Negativa	NO	107	4	NO	2	4,1	0	
86	88149	65	25/01/2014	Supracción-rotación externa IV	3	84	0,54 SI	4,3	0,54 SI	4,3	2 Discontinua	4	Negativa	NO	75	5,7	SI	2	4,2	0	
98	93701	74	19/09/2013	Supracción-rotación externa IV	3	86	0,55 SI	5,1	0,55 SI	5,1	2 Discontinua	5,8	Desconocido	NO	84	4,9	NO	2	2,9	0	
106	98389	81	22/08/2012	Supracción-rotación externa III	3	97	0,5 SI	5	0,5 SI	5	0 Continúa	3,9	Negativa	NO	71	5,2	NO	0	3,9	0	
115	105207	88	08/08/2011	Supracción-rotación externa IV	2	89	0,94 SI	8	0,94 SI	8	0 Continúa	3	Negativa	NO	85	3	SI	0	3	0	
121	108120	71	24/10/2011	Pronación-rotación externa III	2	90,29(LUM.ADO)	NO	10,1	NO	10,1	0 Discontinua	3	Desconocido	NO	75	3	NO	0	3	0	
123	108443	73	17/12/2011	Supracción-rotación externa IV	2	93,0,84	SI	4,5	SI	4,5	1 Continúa	78	4	Desconocido	NO	78	5	NO	0	4	1
130	107452	46	28/01/2014	Supracción-rotación externa IV	2	92	2,04 SI	6,4	2,04 SI	6,4	3 Discontinua	5,8	Positiva	SI	69	4,5	SI	0	5,1	2	
141	109432	61	20/11/2011	Supracción-rotación externa IV	2	97	0,94 SI	3	0,94 SI	3	4 Continúa	6,8	Desconocido	NO	118	3	NO	2	4	3	
146	111678	61	30/08/2012	Supracción-rotación externa IV	2	92	0,95 NO	3,7	0,95 NO	3,7	4 Discontinua	6,8	Desconocido	NO	108	6,8	NO	0	4,8	2	
150	112387	79	03/02/2013	Pronación-rotación externa IV	3	86	1,17 SI	8,3	1,17 SI	8,3	1 Continúa	3,8	Positiva	SI	94	5,8	SI	2	3,4	0	
153	112828	63	07/07/2012	Supracción-rotación externa IV	2	771	0,125 NO	2,1	0,125 NO	2,1	3 Continúa	5,6	Desconocido	NO	94	4,5	NO	2	2,9	1	
154	113850	79	12/02/2014	Supracción-rotación externa IV	2	87	0,73 SI	6,9	0,73 SI	6,9	2 Continúa	7,3	Negativa	NO	94	7,3	SI	1	4,5	0	
159	114498	44	31/01/2014	Supracción-rotación externa IV	3	77	0,75 SI	8	0,75 SI	8	1 Continúa	5,7	Negativa	NO	110	3,8	NO	2	5,2	1	
162	120827	65	04/10/2013	Pronación-rotación externa IV	3	82	0,53 SI	7,3	0,53 SI	7,3	2 Continúa	7,4	Positiva	SI	78	6,3	SI	2	6,5	3	
164	120888	66	31/01/2013	Pronación-rotación externa IV	3	88	0,82 NO	6,2	0,82 NO	6,2	0 Continúa	5,8	Negativa	NO	96	4,8	NO	1	3,9	0	
165	121502	73	09/04/2012	Supracción-rotación externa IV	3	77	1,37 NO	10,1	1,37 NO	10,1	2 Discontinua	8	4,1	Negativa	NO	80	4,9	NO	2	3,3	0
167	120100	66	11/01/2014	Pronación-rotación externa IV	3	107	0,68 SI	8,9	0,68 SI	8,9	2 Continúa	4	Negativa	NO	44	4	NO	2	2,9	0	
168	120170	62	28/12/2013	Supracción-rotación externa IV	3	82	1,05 SI	8	1,05 SI	8	0 Continúa	5	Negativa	NO	92	3	NO	2	2,8	1	
169	120164	65	23/02/2012	Supracción-rotación externa IV	3	87	0,45 NO	8,7	0,45 NO	8,7	1 Discontinua	6,5	Negativa	NO	72	6,5	SI	2	2,8	0	
170	120488	82	03/02/2012	Supracción-rotación externa IV	3	75	0,44 NO	8,5	0,44 NO	8,5	1 Continúa	5,5	Desconocido	NO	82	5,5	SI	1	3,8	0	
172	120307	86	04/10/2013	Pronación-rotación externa III	2	90	0,88 NO	4,8	0,88 NO	4,8	2 Continúa	5,5	Desconocido	NO	82,4,5	NO	NO	1	3,3	0	
179	121800	64	08/06/2012	Supracción-rotación externa IV	3	93,0,5	SI	0	SI	0	9 Discontinua	7,9	Desconocido	NO	74	6	SI	1	3	0	
182	123438	61	08/04/2013	Supracción-rotación externa IV	3	91,0,85	SI	4,2	SI	4,2	1 Discontinua	7,3	Desconocido	NO	94,4,3	NO	NO	0	3,6	0	
182	123438	61	20/08/2012	Pronación-rotación externa IV	3	91	0,85 NO	8,7	0,85 NO	8,7	2 Continúa	4,5	Desconocido	SI	87,1,7	SI	NO	2	4,9	1	
184	124086	87	05/11/2013	Pronación-rotación externa III	3	91,0,83	NO	4	NO	4	3 Continúa	4,2	Negativa	NO	94	4	NO	0	4,9	0	
186	124638	63	09/07/2011	Supracción-rotación externa IV	3	89,0,46	SI	4	SI	4	3 Discontinua	4,2	Desconocido	NO	92	5,1	SI	2	2,3	0	

187	1512985	47	27/11/2012	Supracción-rotación externa IV	3	SI	83,0	6	0	4	Discontinua	12,5	NO	889,5	2	3,3	2	
186	1524857	32	10/09/2011	Supracción-rotación externa IV	2	NO	66,1	6	0	3	Continua	5,2	Discontinua	NO	2	NO	0	
187	1524849	30	29/01/2012	Supracción-rotación externa IV	2	SI	74,0	12	1,8	16	Discontinua	5,2	Negativa	NO	3	NO	3	
201	1524858	23	09/02/2011	Supracción-rotación externa IV	3	SI	80,9	35	0	0	Discontinua	5,2	Discontinua	NO	3	NO	2	
203	1524845	27	13/05/2011	Supracción-rotación externa IV	2	NO	62,0	38	5	2	Continua	5,3	Discontinua	NO	4	NO	0	
208	1524849	32	30/08/2012	Supracción-rotación externa IV	2	NO	72,1	11	10,6	0	Discontinua	5,3	Discontinua	NO	4	NO	1	
209	1513044	23	08/09/2011	Supracción-rotación externa IV	5	NO	78,1	7	5	0	Continua	4,4	Discontinua	NO	4	NO	0	
212	1513044	26	17/04/2011	Supracción-rotación externa IV	1	SI	84,1	11	0	1	Continua	1,6	Discontinua	NO	5	NO	0	
222	1513033	33	28/09/2012	Supracción-rotación externa IV	3	SI	83,1	0	5	0	Continua	3,5	Discontinua	NO	2	NO	0	
223	1516697	16	17/07/2012	Supracción-rotación externa IV	3	SI	84,0	24	0	0	Continua	3,5	Discontinua	NO	0	NO	0	
241	1524856	66	08/02/2012	Supracción-rotación externa IV	3	SI	80,9	66	0	0	Discontinua	4,7	Discontinua	NO	7	SI	0	
243	1524852	60	20/09/2012	Supracción-rotación externa IV	3	NO	80,7	18	0	0	Discontinua	4,7	Discontinua	NO	2	NO	0	
244	1524851	74	27/09/2012	Supracción-rotación externa IV	3	NO	76,9	3	4	7	Discontinua	4,5	Discontinua	NO	3	NO	2	
247	1524851	61	22/06/2012	Supracción-rotación externa IV	3	NO	75,7	7	0	0	Continua	4,5	Discontinua	NO	2	NO	2	
248	1524858	69	24/03/2013	Supracción-rotación externa IV	3	NO	81,2	4	10	0	Continua	5,2	Discontinua	NO	3	NO	0	
252	1524852	31	14/01/2013	Supracción-rotación externa IV	2	SI	89,0	35	0	0	Continua	4,6	Discontinua	NO	4	NO	0	
254	1524850	69	10/09/2013	Supracción-rotación externa IV	2	NO	83,0	75	5,3	0	Continua	3,5	Discontinua	NO	4	NO	0	
256	1524850	48	18/02/2012	Supracción-rotación externa IV	2	NO	82,0	5	10,5	0	Continua	4,2	Discontinua	NO	5	NO	0	
259	1524850	40	01/11/2012	Supracción-rotación externa IV	2	NO	81,0	95	0	0	Continua	5,3	Discontinua	NO	4	NO	0	
261	1524850	62	08/01/2013	Supracción-rotación externa IV	3	NO	80,1	1	7	0	Continua	3,4	Discontinua	NO	2	NO	0	
264	1524858	22	01/07/2009	Supracción-rotación externa IV	1	NO	85,1	12	0	0	Continua	3,4	Discontinua	NO	3	NO	0	
265	1524858	51	10/07/2011	Supracción-rotación externa IV	2	SI	85,1	0	10	4	Discontinua	3,4	Discontinua	NO	2	NO	0	
268	1524858	22	13/10/2013	Supracción-rotación externa IV	2	SI	79,0	85	9,3	0	Continua	5,0	Discontinua	NO	5	SI	0	
269	1524858	45	24/12/2013	Supracción-rotación externa IV	3	NO	81,2	0	3	8	Discontinua	5,5	Discontinua	NO	11	SI	0	
296	1524858	37	11/04/2013	Supracción-rotación externa IV	3	SI	84,0	37	5,7	0	Continua	5,5	Discontinua	NO	84	7	SI	
297	1524858	47	25/10/2012	Supracción-rotación externa IV	3	SI	79,0	32	10	0	Continua	3,2	Discontinua	NO	118,3	NO	2	
300	1524858	60	08/03/2013	Supracción-rotación externa IV	2	SI	83,0	5	0	1	Continua	5,4	Discontinua	NO	94,8	NO	2	
302	1524858	29	11/11/2011	Supracción-rotación externa IV	3	SI	84,0	3	7	0	Continua	5,4	Negativa	NO	77	3	SI	
306	1524858	63	13/04/2013	Supracción-rotación externa IV	3	SI	85,0	94	7,2	0	Continua	3,5	Discontinua	NO	34,2	NO	0	
308	1524858	64	11/09/2012	Supracción-rotación externa IV	3	NO	85,0	33	3,9	0	Continua	3,7	Discontinua	NO	67,1	NO	0	
310	1524858	62	09/10/2012	Supracción-rotación externa IV	3	NO	80,5	51	0	0	Continua	4,5	Discontinua	NO	69	4	NO	
320	1524858	69	07/07/2012	Supracción-rotación externa IV	2	NO	87,0	34	3,2	0	Continua	4,5	Discontinua	NO	68,2	NO	1	
328	1524858	41	07/02/2013	Supracción-rotación externa IV	2	NO VALORABLE	NO VALORABLE	NO VALORABLE	NO VALORABLE	2	Discontinua	NO VALORABLE	NO VALORABLE	NO VALORABLE	NO VALORABLE	NO VALORABLE	NO VALORABLE	NO VALORABLE
329	1524858	50	22/02/2014	Supracción-rotación externa IV	2	NO VALORABLE	NO VALORABLE	NO VALORABLE	NO VALORABLE	1	Discontinua	NO VALORABLE	NO VALORABLE	NO VALORABLE	NO VALORABLE	NO VALORABLE	NO VALORABLE	NO VALORABLE
332	1524858	35	14/09/2013	Supracción-rotación externa IV	2	NO	81,0	33	4,6	0	Discontinua	9,2	Negativa	NO	112,6	SI	0	
339	1524858	69	13/08/2013	Supracción-rotación externa IV	2	NO	76,0	1,1	13,1	0	Discontinua	4,5	Discontinua	NO	107	SI	0	
342	1524858	47	09/04/2012	Supracción-rotación externa IV	3	NO	79,0	3	10	4	Discontinua	5,5	Negativa	NO	94,6	SI	2	
344	1524858	45	18/09/2012	Supracción-rotación externa IV	1	NO	78,0	26	9,2	0	Continua	5,5	Discontinua	NO	97,1	SI	2	
366	1524858	37	20/10/2012	Supracción-rotación externa IV	2	NO	91,0	23	5	2	Discontinua	12,8	Discontinua	NO	67	4	NO	
362	1524858	63	27/02/2013	Supracción-rotación externa IV	2	NO	100	1,8	8,7	15	Discontinua	4,5	Discontinua	NO	75	7,4	SI	
369	1524858	25	27/02/2012	Supracción-rotación externa IV	3	SI	87	1,1	NO	1	Discontinua	4,5	Discontinua	NO	108	4,8	NO	
375	1524858	42	30/07/2011	Supracción-rotación externa IV	3	SI	90,5	52	4	0	Continua	3,5	Discontinua	NO	81	2	NO	
376	1524858	20	30/06/2012	Supracción-rotación externa IV	1	NO	85	1,05	NO	0	Continua	2,8	Discontinua	NO	88	3	NO	
378	1524858	15	19/03/2013	Supracción-rotación externa IV	3	SI	84,1	38	10,1	0	Continua	3,3	Discontinua	NO	96	4	NO	
383	1524858	70	30/12/2012	Supracción-rotación externa IV	3	SI	80,0	82	7,2	0	Continua	2,3	Discontinua	NO	87	4	SI	
385	1524858	50	18/09/2011	Supracción-rotación externa IV	2	NO	84	NO	NO	6	Discontinua	4,2	Discontinua	NO	103	4	SI	
389	1524858	34	04/09/2011	Supracción-rotación externa IV	2	NO	89	NO	NO	5	Discontinua	4,2	Discontinua	NO	86	4	SI	
390	1524858	67	19/02/2012	Supracción-rotación externa IV	3	NO	80	0	9,7	0	Continua	3,4	Discontinua	NO	68	3,5	NO	
392	1524858	66	29/12/2011	Supracción-rotación externa IV	3	NO	80	0,8	NO	0	Continua	3,4	Discontinua	NO	92	3,9	NO	
393	1524858	52	19/08/2011	Supracción-rotación externa IV	2	NO	80	0,8	SI	12	Continua	4,5	Discontinua	NO	106	4	NO	
396	1524858	24	19/03/2013	Supracción-rotación externa IV	2	NO	82	3,8	NO	2,5	Continua	3,5	Negativa	NO	60	7,4	SI	
399	1524858	46	31/07/2011	Supracción-rotación externa IV	2	NO	84	4	NO	10	Continua	3,8	Discontinua	NO	94	6	NO	
409	1524858	51	09/08/2012	Supracción-rotación externa IV	3	NO	84	1,1	NO	0	Continua	3,8	Discontinua	NO	92	6,2	NO	
411	1524858	65	18/01/2011	Supracción-rotación externa IV	2	NO	87	3,9	NO	9	Continua	3,2	Negativa	NO	75	4,8	NO	
419	1524858	54	21/02/2013	Supracción-rotación externa IV	2	SI	81	0	0	0	Continua	3,4	Discontinua	NO	100	3	NO	
422	1524858	65	03/02/2012	Supracción-rotación externa IV	2	NO	81	3,1	NO	6,1	Continua	3,4	Discontinua	NO	100	3	NO	
425	1524858	46	03/02/2013	Supracción-rotación externa IV	2	NO	85	0	7	0	Continua	3,4	Discontinua	NO	100	3	NO	
427	1524858	34	08/01/2011	Supracción-rotación externa IV	2	NO	80	0	3	0	Continua	2,7	Discontinua	NO	88	4	NO	
440	1524858	44	08/02/2012	Supracción-rotación externa IV	3	NO	80	2,02	NO	7,5	Continua	3,4	Discontinua	NO	80	4,5	NO	
450	1524858	23	09/02/2011	Supracción-rotación externa IV	2	SI	84	2,3	NO	4	Continua	2,7	Discontinua	NO	118	3	NO	
454	1524858	3	23/03/2011	Supracción-rotación externa IV	3	NO	81	2,1	NO	12	Continua	2,3	Discontinua	NO	110	4	NO	
459	1524858	33	27/03/2011	Supracción-rotación externa IV	2	NO	84	1,8	NO	0	Continua	2,3	Discontinua	NO	100	3	NO	
474	1524858	41	08/09/2012	Supracción-rotación externa IV	2	NO	85	2,4	NO	9,2	Continua	2,3	Discontinua	NO	92	2,8	NO	

