

UNIVERSIDAD COMPLUTENSE DE MADRID
FACULTAD DE MEDICINA



TESIS DOCTORAL

**Estudio prospectivo de validación de nuevos modelos
predictivos preoperatorios de lesión sindesmal en fracturas de
tobillo**

MEMORIA PARA OPTAR AL GRADO DE DOCTOR

PRESENTADA POR

Elena Vacas Sánchez

Directores

Jesús Enrique Vilá y Rico
Enrique Javier Sánchez Morata
José Carlos Martínez Ávila

Madrid

UNIVERSIDAD COMPLUTENSE DE MADRID

FACULTAD DE MEDICINA



TESIS DOCTORAL

ESTUDIO PROSPECTIVO DE VALIDACIÓN
DE NUEVOS MODELOS PREDICTIVOS PREOPERATORIOS
DE LESIÓN SINDESMAL EN FRACTURAS DE TOBILLO

MEMORIA PARA OPTAR AL GRADO DE DOCTORA

PRESENTADA POR

Elena Vacas Sánchez

DIRECTORES

Jesús Enrique Vilá y Rico

Enrique Javier Sánchez Morata

José Carlos Martínez Ávila

UNIVERSIDAD COMPLUTENSE DE MADRID

FACULTAD DE MEDICINA

**PROGRAMA DE DOCTORADO EN INVESTIGACIÓN EN CIENCIAS MÉ-
DICO QUIRÚRGICAS - DEPARTAMENTO DE CIRUGÍA**



**ESTUDIO PROSPECTIVO DE VALIDACIÓN
DE NUEVOS MODELOS PREDICTIVOS PREOPERATORIOS DE
LESIÓN SINDESMAL EN FRACTURAS DE TOBILLO**

DOCTORANDA:

Elena Vacas Sánchez

DIRECTORES:

Jesús Enrique Vilá y Rico

Enrique Javier Sánchez Morata

José Carlos Martínez Ávila

Madrid, 2021

“Non lasciarti tentare dai campioni dell’infelicità, della mutria cretina, della serietà ignorante. Sii allegro. [...] Ti insegnano a non splendere. E tu splendi, invece”.

“No te dejes seducir por los héroes de la infelicidad, de la mutilación estúpida, de la severidad ignorante. Sé alegre. [...] Te enseñan a no brillar. Sin embargo, tú brillas”.

Pier Paolo Pasolini (Lettere luterane)

“Adieu, ami lecteur; songez à ne pas passer votre vie à haïr et à avoir peur”.

“Adiós, amigo lector; intenta no ocupar tu vida en odiar y tener miedo”

Stendhal (Lucien Leuwen)

Agradecimientos

El arduo proceso hasta la finalización de esta tesis doctoral me ha enseñado que la probabilidad de que todo salga según lo previsto tiende a cero y gracias a eso aprendí a disfrutar cada instante del camino.

Quiero empezar expresando mi agradecimiento sincero a mis directores:

A Jesús Vilá y Rico por su implicación, disponibilidad y continuas oportunidades. Eres para mí un referente e inspiración constante.

A José Carlos Martínez Ávila por su tremenda eficacia y por saber poner en orden todas mis ideas en tan solo un segundo.

Y a Enrique Sánchez Morata, por todo: por guiar, acompañar, ser y estar. Tú sembraste esta semilla y es un honor que confiaras en mí para regarla.

Quiero continuar dando las gracias a mi familia –en especial a papá, mamá y Víctor– a los que llevo años robando un tiempo precioso. Todo lo que soy es gracias a vosotros.

A Marina, Inés, Mariana e Ian porque todo empezó con vosotros y aún sigue.

A Rafa, por estar siempre –contra viento y marea– y, como ya dijeran antes, enseñarme a no ser una señora.

A Andrés, porque con todas las veces que hemos arreglado el mundo es raro que siga roto.

A Javi, porque qué habría sido de mí sin ti.

A Rodrigo, por tu generosidad, tu amistad, tu ejemplo y apoyo constante. Con tu fichaje nos tocó la lotería.

A Jorge, mi resi pequeño por excelencia, de ti aprendo cada día desde el momento en el que te conocí y siempre me has animado a desatar mi furia.

A Celia, por tu inteligencia alegre que es un regalo cada día y a Fernando, porque siempre has sido inspiración y un espejo en el que mirarse. A Estela, por aguantar mis idas y venidas. A los *coquetos*, en especial a Elena, José, Carla y Dani por prácticamente toda una vida.

A los pacientes, que participaron desinteresadamente.

A mis coRs, residentes –mayores y pequeños– y adjuntos del Hospital 12 de Octubre porque la traumatóloga que soy hoy es gracias a vuestro ejemplo diario y enseñanzas.

A los residentes actuales del servicio, porque tenéis que saber que a pesar de las dificultades puntuales vuestra ilusión es un estímulo para todos.

A mi jefe, Luis Ramos, por confiar en mí y darme la oportunidad de crecer.

A la unidad de *Miscelánea*, por acogerme desde el principio y conseguir que, como verso suelto, me sintiera una más en vuestra macedonia.

A todas aquellas personas importantes en mi vida que aún no he conocido.

A todos, gracias :)

Resumen

Título

Estudio prospectivo de validación de nuevos modelos predictivos preoperatorios de lesión sindesmal en fracturas de tobillo.

Introducción

Aproximadamente un 23% de todas las fracturas de tobillo se asocian a lesión en la articulación tibiofibular distal o sindesmosis. En este contexto, la lesión de dos de sus tres estabilizadores mayores (ligamento tibiofibular anteroinferior, ligamento tibiofibular posteroinferior y ligamento interóseo) conduciría a una pérdida de más del 50% de la resistencia de la sindesmosis al estrés en rotación y desviación lateral, generando por tanto inestabilidad sindesmal. El diagnóstico de la lesión sindesmal puede suponer un reto ya que no existe ninguna característica clínica o radiológica que por sí misma sea indicativo inequívoco de la lesión y se considera que el diagnóstico de certeza de la inestabilidad sindesmal aguda en contexto de fractura de tobillo se establece mediante la exploración intraoperatoria en base a la interpretación de los hallazgos o pruebas de estrés realizadas. Un estudio previo propuso dos modelos de predicción preoperatoria de lesión sindesmal basados en la medida de un ángulo de reciente descripción: el ángulo crurofocal medial. Este ángulo está formado por la línea del trazo principal de fractura del maléolo medial con la línea perpendicular a la superficie de carga el pión tibial para su medición en el contexto de fracturas de tobillo con implicación del maléolo interno.

La historia natural de una lesión sindesmal inadvertida es su evolución a inestabilidad sindesmal crónica y posterior desarrollo de artrosis postraumática radiológica con morbilidad clínica variable.

Hipótesis y objetivos

La hipótesis principal que se pretende demostrar es que modelos predictivos de lesión sindesmal en las fracturas de tobillo propuestos en publicaciones previas basados en la medición del ángulo crurofocal medial son fiables y útiles en la práctica clínica.

El objetivo principal de este trabajo es la validación de dichos modelos mediante un estudio prospectivo, para tratar de establecer y generalizar un método accesible y sin coste añadido para el diagnóstico preoperatorio de la lesión sindesmal en las fracturas de tobillo y determinar los parámetros epidemiológicos y radiológicos de mayor valor para la predicción de la lesión sindesmal.

Material y métodos

Se diseñó un estudio prospectivo de precisión diagnóstica en base a las directrices de la Declaración STARD (*Standards for Reporting of Diagnostic Accuracy*) según su última actualización del año 2015. Se diseñó un protocolo para la inclusión de los pacientes con inicio en enero de 2016. Se incluyeron de forma consecutiva todos los pacientes adultos (mayores de 16 años) intervenidos por fractura de tobillo con afectación del maléolo medial en el Hospital Universitario 12 de Octubre de Madrid, que aceptaron su participación en el estudio. El período de reclutamiento de pacientes comenzó en enero de 2016 y finalizó en diciembre de 2018 con un total de 205 pacientes que cumplieron los criterios de inclusión y aceptaron su participación en el estudio. Finalmente quedaron 172 pacientes a estudio, tras aplicar los criterios de exclusión.

Se recogieron los datos demográficos y radiológicos básicos (ángulo crurofocal medial, espacio claro tibiofibular, espacio claro medial y línea de Shenton). La medición de los parámetros radiológicos a estudio se realizó de forma independiente por la investigadora principal y un colaborador de mayor experiencia. El diagnóstico de certeza definitivo de lesión sindesmal se realizó en base a los hallazgos intraoperatorios y se consideró lesión sindesmal confirmada los casos con pruebas de estrés intraoperatoria positivas, la evidencia de lesión del ligamento tibiofibular anteroinferior o del

ligamento tibiofibular posteroinferior o la necesidad de implantación de dispositivos de reparación sindesmal.

Además del análisis descriptivo y bivalente de los datos, en global y desglosado por años, se realizó la validación estadística de los modelos de predicción basados en la regresión logística y la regla clínica *ad hoc*, probados mediante validación cruzada, de los estudios previos y proponiendo ajustes que mejoraran su rendimiento en base a la muestra actual.

Se estableció el punto de corte $p < 0,05$ como límite de la significación estadística.

Resultados

La edad media de los pacientes a estudio fue de 54,7 años en el momento de la lesión. La proporción de varones/mujeres en el total de muestra fue de un 39,5%/60,5%, siendo la edad media de los varones de 48,8 años y la de las mujeres de 58,5 años. Tanto la edad media de los varones como la edad media de las mujeres no experimentó diferencias significativas en ninguno de los tres periodos, si bien la edad media de las mujeres fue significativamente mayor que la de los hombres en los años 2016 y 2017 ($p < 0,01$).

Las variables radiológicas preoperatorias a estudio (ángulo crurofocal medial, espacio claro tibiofibular, espacio claro medial y línea de Shenton) se mantuvieron constantes en los tres períodos. En cuanto a la presencia de lesión sindesmal en la muestra, se objetivó un incremento significativo del porcentaje de lesionados en el último periodo, siendo de un 36,5% en 2016, un 38,8% en 2017 y un 61,4% en 2018 ($p = 0,04$). La edad media de los pacientes con lesión sindesmal fue significativamente menor (48,2 años vs 60,5 años) que la de los pacientes sin lesión ($p < 0,01$). Y, a su vez, el porcentaje de mujeres fue mayor (68,9% vs 51,2%) en el grupo de pacientes sin evidencia de lesión sindesmal ($p = 0,018$).

En cuanto a las variables radiológicas preoperatorias a estudio no se encontraron diferencias significativas entre grupos a excepción de las medidas del ángulo crurofocal medial (82,1° con lesión sindesmal y 72,1° sin lesión sindesmal, $p < 0,01$) y del espacio claro tibiofibular (5,7 mm con lesión sindesmal y 4,2 mm sin lesión sindesmal, $p < 0,01$).

Tras la replicación del modelo de regresión logística de estudios previos se planteó una mejora del modelo para la predicción de la variable lesión sindesmal sí/no añadiendo la variable *Edad* en base a los resultados de la estadística bivariante. La curva ROC para la representación de la capacidad discriminante del modelo (que incluiría las variables ángulo crurofocal medial, espacio claro tibiofibular y edad) presentó un área bajo la curva de 0,9 (capacidad discriminante muy buena).

La replicación de la regla clínica *ad hoc* planteada en estudios previos confirmó como punto de corte óptimo para el diagnóstico de lesión sindesmal la combinación de valores del ángulo crurofocal medial por encima de 65° y del espacio claro tibiofibular por encima de 5mm, obteniendo una media de pacientes correctamente clasificados del 67%.

Conclusiones

1. La medida del ángulo crurofocal medial y del espacio claro tibiofibular en el contexto de las fracturas de tobillo con afectación de maléolo medial se ha demostrado relevante para el diagnóstico de sospecha preoperatoria de lesión sindesmal, como sugerían estudios previos.
2. La concordancia interobservador de estas mediciones radiológicas del ángulo crurofocal medial y el espacio claro tibiofibular fue excelente en este estudio.
3. El modelo de predicción propuesto mediante regresión logística en base a la medida del ángulo crurofocal medial y el espacio claro tibiofibular, junto con la edad, muestra un buen dato de sensibilidad y especificidad en base a los datos actuales con una capacidad discriminante del 90%.
4. El punto de corte establecido en base a la regla clínica *ad hoc* permite una correcta clasificación preoperatoria del 67% de los pacientes.
5. El diagnóstico de la lesión sindesmal en el contexto de las fracturas de tobillo presenta una tendencia al alza en los últimos años en relación al aumento de la producción científica al respecto.

Abstract

Title

Prospective validation study of new preoperative prediction models for diagnosis of syndesmotic injury in ankle fractures.

Introduction

An injury to the distal tibiofibular joint or syndesmosis occurs in 23% of ankle fractures, approximately. The injury to two of the three major stabilizers (anterior tibiofibular ligament, posterior tibiofibular ligament, or interosseous tibiofibular ligament) would lead to the loss of more than the 50% of the syndesmotic resistance to rotation and lateral translation, resulting in syndesmotic instability.

The diagnosis of ankle syndesmotic injury is still challenging as there is no clinical or radiological sign that implies an injury unequivocally. Definitive diagnosis of acute syndesmotic instability is made intraoperative, according to the interpretation of anatomical findings or stress tests. Previous research proposed two preoperative prediction models for diagnosis of syndesmotic injury based on a recently described radiological variable: the medial crurofocal angle, formed by the main line of the medial malleolus fracture and the perpendicular line to bearing surface of the tibial plafond.

The natural progression of a missed syndesmotic injury is the development of chronic syndesmotic instability and posttraumatic ankle osteoarthritis.

Hypothesis and objectives

The main hypothesis is that the prediction models proposed in previous research based on the measurement of the crurofocal angle are reliable and helpful in the clinical practice.

The main objective of this study is the validation of these prediction models with a prospective study to set and generalize an accessible and without added cost method for the preoperative diagnosis of syndesmotic injury in ankle fractures and to determine the most valuable epidemiological and radiological parameters for the syndesmotic injury prediction.

Material and methods

A prospective study of diagnostic accuracy was designed based on the STARD Declaration guidelines (*Standards for Reporting of Diagnostic Accuracy*) according to the last update in 2015. An inclusion criteria protocol for patients was designed beginning in January 2016. All consecutive adult patients (older than 16 years old) who underwent surgery for an ankle fracture involving medial malleolus in the '12 Octubre' University Hospital and gave enrollment authorization were included.

The enrollment period began in January 2016 and finished in December 2018 with a total of 205 patients that met the inclusion criteria. Finally, after the application of exclusion criteria, there were 172 patients in the study.

Basic demographic and radiological data (medial crurofocal angle, clear tibiofibular space, medial clear space, and Shenton line) were collected.

The measurement of the radiological variables was performed by the principal investigator and a more experienced senior collaborator.

The definitive diagnosis of the syndesmotic injury was made based on the intraoperative findings. A syndesmotic injury was confirmed in all cases with positive intraoperative stress test, evidence of anterior tibiofibular or posterior tibiofibular ligament tears or in case of implantation of any syndesmotic stabilization system.

Both descriptive and bivariate analysis were performed, global and disaggregated by years. Also, the statistical validation of the prediction models based on logistic

regression and the clinical prediction rule *ad hoc*, tested by cross validation, was performed. Some adjustments were proposed to improve their efficiency based on the actual sample.

We set a p value $< 0,05$ as limit of the statistical significance.

Results

The mean age of patients in the study was 54,7 years old. The proportion males/females was 39,5%/60,5%. The mean age was 48,8 years old for men and 58,5 years old for women. There was no statistical difference in mean age between men and women by year; however, the mean age for women was significantly higher in 2016 and 2017 ($p < 0,01$).

The preoperative radiological variables (medial crurofocal angle, clear tibiofibular space, medial clear space, and Shenton line) remained constant. The presence of syndesmotic injury was higher in the last period: 36,5% in 2016, 38,8% in 2017 and 61,4% in 2018 ($p = 0,04$). The mean age of patients with syndesmotic injury was significantly lower (48,2 years old vs 60,5 years old) than the mean age of those without syndesmotic injury ($p < 0,01$). The proportion of women was higher in the group of patients without evidence of syndesmotic injury (68,9% vs 51,2%) ($p = 0,018$).

There were no significant differences among the preoperative radiological variables according to the presence of syndesmotic injury except for the medial medial crurofocal angle values ($82,1^\circ$ in cases with syndesmotic injury and $72,1^\circ$ without syndesmotic injury) and the clear tibiofibular space (5,7 mm with syndesmotic injury and 4,2 mm without syndesmotic injury, $p < 0,01$).

The reapplication of the logistic regression model suggested an improvement for the prediction of syndesmotic injury considering the variable *Age* according with the results of the bivariate analysis.

The ROC curve for the representation of the discriminative capacity of the model (that would include the variables: medial crurofocal angle, clear tibiofibular space and age) showed an area under the curve of 0,9 (very good discriminative capacity).

The reapplication of the clinical prediction rule *ad hoc* proposed in previous research confirmed as the optimal cut-off point for syndesmotic injury the combination of a medial crurofocal angle above 65° and a clear tibiofibular space above 5 mm, obtaining a perfect matching diagnosis in 67% of patients.

Conclusions

1. The measurement of the medial crurofocal angle and the clear tibiofibular space in the ankle fractures are relevant for the suspicious diagnosis of syndesmotic injury as suggested in previous research.
2. The interobserver concordance for the medial crurofocal angle and the clear tibiofibular space are excellent in this study.
3. The proposed prediction model based on logistic regression that includes the medial crurofocal angle, the clear tibiofibular space and the age shows an excellent sensibility and specificity according to this sample with a discriminant ability of 90%.
4. The cut-off point set according to the clinical prediction rule *ad hoc* allows a correct preoperative classification of 67% of patients.
5. The diagnosis of syndesmotic injury associated to ankle fractures is increasing in the last few years related to a higher scientific production on this matter.

Índice

RESUMEN	XI
ABSTRACT	XV
ÍNDICE DE TABLAS	XXI
ÍNDICE DE FIGURAS	XXIII
ÍNDICE DE ABREVIATURAS Y ACRÓNIMOS	XXVII
INTRODUCCIÓN	1
1. REPASO ANATÓMICO DE LA ARTICULACIÓN DEL TOBILLO Y LA SINDESMOSIS	4
2. RECUERDO BIOMECÁNICO BREVE	13
3. CLASIFICACIONES DE LAS FRACTURAS DE TOBILLO	13
4. LESIÓN SINDESMAL EN FRACTURAS DE TOBILLO	17
5. DIAGNÓSTICO DE LA LESIÓN SINDESMAL EN FRACTURAS DE TOBILLO	19
6. MODELOS DE PREDICCIÓN PREOPERATORIA DE LESIÓN SINDESMAL	28
7. INTERÉS EN LAS LESIONES DE LA SINDESMOSIS EN LOS ÚLTIMOS AÑOS	31
HIPÓTESIS Y OBJETIVOS	33
MATERIAL Y MÉTODOS	37
1. SELECCIÓN DE PACIENTES E INCLUSIÓN EN EL ESTUDIO	39
2. RECOGIDA DE DATOS PREOPERATORIA	42

3. DIAGNÓSTICO DE CERTEZA DE LA LESIÓN SINDESMAL (GOLD-STANDARD) E INCLUSIÓN DEFINITIVA EN EL ESTUDIO	44
4. ANÁLISIS ESTADÍSTICO Y VALIDACIÓN DE MODELOS	44
5. FUENTES DE FINANCIACIÓN	45
RESULTADOS	47
1. ANÁLISIS DE LAS VARIABLES DEMOGRÁFICAS Y PREOPERATORIAS	49
2. VALIDACIÓN DEL MODELO DE REGRESIÓN LOGÍSTICA Y PROPUESTA DE MEJORA	55
3. VALIDACIÓN DE LA REGLA CLÍNICA AD HOC	58
4. FIABILIDAD INTEROBSERVADOR DE LAS VARIABLES A ESTUDIO	60
DISCUSIÓN	63
1. DIAGNÓSTICO PREOPERATORIO DE LA LESIÓN SINDESMAL	65
2. DIAGNÓSTICO INTRAOPERATORIO DE LA LESIÓN SINDESMAL	68
3. EPIDEMIOLOGÍA DE LA MUESTRA A ESTUDIO	70
4. VALIDACIÓN DE LOS MODELOS DE PREDICCIÓN PREOPERATORIA	71
5. AUMENTO DE LA SENSIBILIDAD AL DIAGNÓSTICO DE LA LESIÓN SINDESMAL	73
6. PROPUESTAS DE FUTURO PARA EL DIAGNÓSTICO PREOPERATORIO DE LA LESIÓN SINDESMAL	73
7. FORTALEZAS Y DEBILIDADES	75
CONCLUSIONES	77
BIBLIOGRAFÍA	81
ANEXOS	95

Índice de tablas

Tabla 1. Clasificación de AO-ASIF de las fracturas de tobillo.....	15
Tabla 2. Clasificación de Lauge-Hansen de las fracturas de tobillo.....	16
Tabla 3. Descripción de test clínicos de estrés e indicadores positivos de lesión sindesmal	19
Tabla 4. Descripción de test intraoperatorios de estrés e indicadores positivos de lesión sindesmal	25
Tabla 5. Cálculo del tamaño muestral para el estudio	40
Tabla 6. Pacientes reclutados y pacientes incluidos finalmente a estudio	41
Tabla 7. Listado de elementos recogidos en el preoperatorio.....	42
Tabla 8. Variables demográficas y preoperatorias por año de reclutamiento.....	50
Tabla 9. Variables demográficas y preoperatorias totales y por presencia/ausencia de lesión	53
Tabla 10. Fiabilidad interobservador de las variables categóricas	61
Tabla 11. Variabilidad interobservador para la clasificación de Lauge Hansen (índice Kappa)	67
Tabla 12. Variabilidad interobservador para el ángulo crurofocal medial (CCI).	68

Índice de figuras

Figura 1. Posición anatómica del peroné respecto a la tibia con 20 grados de oblicuidad posterior	5
Figura 2. Maléolo tibial posterior o de Volkmann (en verde oscuro)	6
Figura 3. <i>Incisura tibialis</i> en cara articular lateral de la tibia	7
Figura 4. Triángulo convexo complementario sobre la faceta articular del maléolo fibular	7
Figura 5. Ligamento tibiofibular anteroinferior (LTFAI)	9
Figura 6. Ligamento tibiofibular posteroinferior (LTFPI)	10
Figura 7. Fibras inferiores del ligamento transverso (LT) análogas al labrum acetabular	11
Figura 8. Ligamento tibiofibular interóseo	12
Figura 9. Arteria peronea ingurgitada debido a hiperflujo visualizada en abordaje posterolateral a tobillo	12
Figura 10. Clasificación de Denis-Weber	14
Figura 11. Clasificación de Lauge-Hansen	17
Figura 12. Artrosis postraumática de tobillo tras lesión sindesmal inadvertida	18
Figura 13. Parámetros radiológicos en radiología simple en proyección AP o de mortaja	20
Figura 14. Medida del ángulo crurofocal medial	21
Figura 15. Ángulo de inclinación talar (en rojo) y línea de Shenton (en verde)	22
Figura 16. Referencias para la medición del ratio tibiofibular anteroposterior (TFAP)	23
Figura 17. Lesión sindesmal aguda objetivada en RM	24
Figura 18. Corte axial de TC en fractura de tobillo con afectación sindesmal	24
Figura 19. Test del gancho o de Cotton	26

Figura 20. Esquema de colocación del paciente para la realización de test de estrés gravitacional.....	27
Figura 21. Lesión osteocondral talar de gran tamaño, como lesión asociada en fractura de tobillo, objetivada y tratada mediante artroscopia.....	28
Figura 22. Curva ROC (Receiver Operating Characteristic o Característica Operativa del Receptor) del primer modelo predictivo obtenido mediante regresión logística de Sánchez-Morata.....	29
Figura 23. Resultados análisis discriminante basado en la influencia del ángulo y el espacio clarotibiofibular de Sánchez-Morata.....	30
Figura 24. Capacidad predictiva del ángulo crurofocal medial de Sánchez-Morata.....	31
Figura 25. Evolución durante las dos últimas décadas de las búsquedas en Pubmed del término MeSH [syndesmotic injury].	32
Figura 26. Descriptivo entre lesionados y no, para la variable TFCS de Sánchez-Morata.....	39
Figura 27. Diagrama de flujo de los participantes en el estudio.....	42
Figura 28. Representación esquemática de las mediciones radiológicas de un caso.....	43
Figura 29. Estimadores obtenidos mediante el método de máxima verosimilitud asociados a la aplicación del modelo logístico de Sánchez-Morata en nuestra muestra.....	55
Figura 30. Odds ratio e intervalos de confianza del modelo logístico de Sánchez-Morata sin modificaciones aplicado a la muestra.....	56
Figura 31. Curva ROC asociada al modelo logístico de Sánchez-Morata sin modificaciones aplicado a la muestra.....	56
Figura 32. Estimadores obtenidos mediante el método de máxima verosimilitud asociados a la propuesta de mejora del modelo de regresión logística.....	57
Figura 33. Odds ratio e intervalos de confianza asociados a la propuesta de mejora del modelo de regresión logística.....	57
Figura 34. Curva ROC asociada a la propuesta de mejora del modelo de regresión logística.....	58
Figura 35. Representación gráfica de la aplicación de la regla clínica ad hoc aplicada a la muestra.....	59
Figura 36. Pares de precisión diagnóstica de la regla clínica <i>ad hoc</i> aplicada a la muestra.....	59
Figura 37. Fiabilidad interobservador de las variables continuas.....	60
Figura 38. Lesión sindesmosis anterior bajo visualización directa artroscópica.....	69

Figura 39. Curvas ROC asociadas a los modelos de predicción basados en regresión logística	71
Figura 40. Comparación de la representación gráfica de la distribución de casos en base a la regla clínica <i>ad hoc</i> entre estudio de referencia (izquierda) y muestra actual (derecha).....	72
Figura 41. Obtención de imágenes en carga mediante tecnología de TC de haz cónico. Dr F. Vanrietveld. Medical Imaging Unit. AZ Groeninge, Kortrijk, Belgium.....	74

Índice de abreviaturas y acrónimos

AP	anteroposterior
ATT	articulación tibiotalar
ATFD	articulación tibiofibular distal
AUC	área bajo la curva
CCI	coeficiente correlación intraclase
Cm	centímetros
ECM	espacio claro medial
IC95%	intervalo de confianza 95%
K	índice Kappa
LT	ligamento transverso
LTF	ligamento talofibular
LTFAI	ligamento tibiofibular anteroinferior
LTFPI	ligamento tibiofibular posteroinferior
MCAR	Missing Completely at Random
MeSH	Medical Subject Headings
Mm	milímetros
OJ	observador junior
OR	odds ratio
OS	observador senior
PA	pronación-abducción
PER	pronación-rotación externa
RBNHHD-Hot Deck	Regression-based Nearest Neighbour Hot Decking
RM	resonancia magnética

ROC característica operativa del receptor

SA supinación-aducción

SER supinación-rotación externa

STARD Standars for Reporting of Diagnostic Accuracy

TFAP tibiofibular anteroposterior

TC tomografía computarizada

INTRODUCCIÓN

Introducción

La articulación del tobillo, término que proviene del vocablo latino *tubellum*, establece la unión entre el segmento distal de la pierna y el pie, estando formada a su vez por dos articulaciones independientes: la articulación tibiotalar (ATT) y la tibiofibular distal (ATFD).

La sindesmosis, del griego *syn*-(junto), *desmos* (enlace) y el sufijo *-osis* (formación), que significa la unión de dos huesos mediante un ligamento, es la conexión anatómica y funcional de la tibia distal y el peroné que conforma la mortaja para la tróclea del astrágalo.

Las fracturas de tobillo suponen uno de los motivos más frecuentes de atención en los servicios de urgencias ⁽¹⁾, siendo la cuarta fractura más frecuente en adultos por detrás de la cadera, muñeca y fracturas de la mano. También suponen el segundo motivo de ingreso más frecuente debido a fracturas, si bien en los últimos años el manejo ambulatorio de esta patología ha ido aumentando progresivamente ^(1,2).

La incidencia de las fracturas de tobillo en Europa se sitúa en un rango entre 101-107 fracturas por cada 100.000 habitantes/año. En sujetos menores de 50 años son más frecuentes en varones (jóvenes deportistas) mientras que por encima de esa edad las fracturas de tobillo son más frecuentes en mujeres, especialmente en aquellas que presentan sobrepeso ⁽³⁾.

Los mecanismos lesionales varían desde simples caídas con torsión hasta accidentes de alta energía por lo que los patrones de fractura pueden llegar a ser diversos ^(1,4,5).

A pesar de su elevada frecuencia, estudios recientes muestran altas tasas de desacuerdo entre cirujanos ortopédicos en relación al tratamiento de la lesión sindesmal ^(6,7). Por este motivo, el tratamiento de las lesiones sindesmales en el contexto de una fractura de tobillo se sigue considerando motivo de controversia.

De forma independiente al tipo de tratamiento que reciban (conservador o quirúrgico), la fracturas de tobillo suponen un motivo de baja laboral que se suele prolongar habitualmente durante un mínimo de tres meses, encontrándose además marcada limitación para las actividades de la vida cotidiana durante las primeras seis semanas ^(3,8).

Sin embargo, las secuelas funcionales se suelen prolongar más allá de estos plazos y a los catorce meses de la lesión solo un 19% de los pacientes reportan una recuperación completa. A los tres años de la lesión, aproximadamente la mitad de los pacientes aún refieren síntomas leves del tipo dolor, rigidez o inestabilidad e inflamación que les imposibilita el retorno a su nivel de actividad previo. La imposibilidad para realizar actividades básicas como subir/bajar escaleras, agacharse o correr es también frecuente y aproximadamente un tercio de los pacientes no vuelven a ser capaces de realizar su actividad deportiva previa ^(3,9,10).

Por todo ello, el impacto socioeconómico de esta patología es elevado. Un estudio prospectivo reciente, realizado en el contexto de la sanidad norteamericana estableció un coste total de la fractura de tobillo de 27.534 dólares (+/- 19.700 dólares), suponiendo los costes directos (directamente derivados de la atención sanitaria) un 58,7% del total y los costes indirectos (pérdida de ingresos, adaptaciones del transporte y cuidados, etcétera) un 41,3% del total ⁽¹¹⁾.

1. Repaso anatómico de la articulación del tobillo y la sindesmosis

El tobillo es una articulación troclear compleja que, a pesar de la alta congruencia tibiotalar, no es intrínsecamente estable. Las estructuras óseas que la conforman son el extremo distal de la tibia y el peroné conformando una mortaja articular sobre la que articula la tróclea del astrágalo. El extremo distal del peroné o maléolo fibular se

sitúa en posición más distal y posterior respecto al maléolo tibial con una oblicuidad de aproximadamente 20° (Figura 1).

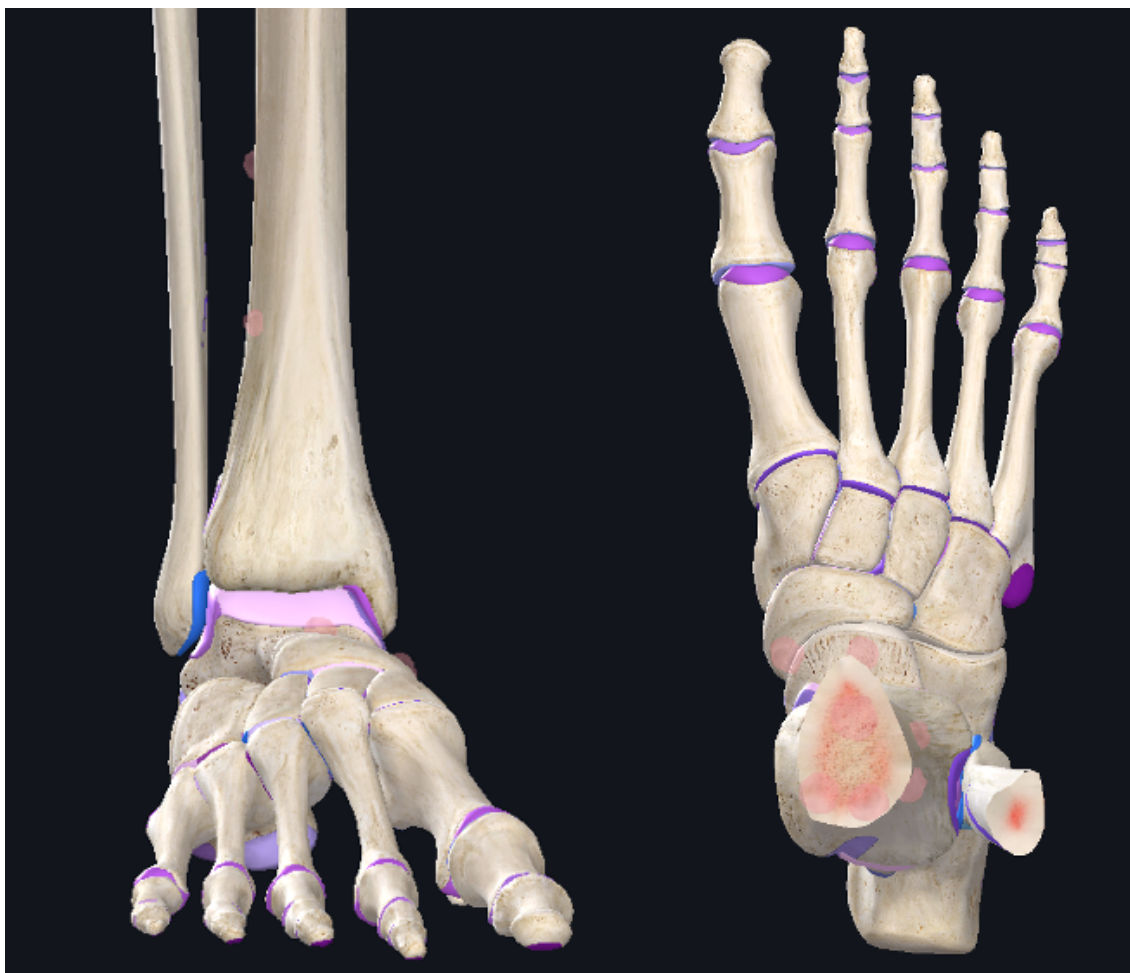


Figura 1. Posición anatómica del peroné respecto a la tibia con 20 grados de oblicuidad posterior

Nota: elaboración propia

La articulación tibiofibular distal es una articulación sindesmótica (unión fibrosa en la que dos huesos adyacentes se unen mediante membranas o ligamentos potentes) conformada por tibia y peroné distales y cuatro ligamentos: ligamento tibiofibular anteroinferior (LTFAI), ligamento tibiofibular posteroinferior (LTFPI), el ligamento transversal (LT) y la membrana interósea ⁽¹²⁻¹⁵⁾.

En región proximal de la sindesmosis, la cresta interósea tibial se bifurca distalmente en un margen anterior y posterior. La cresta anterior termina en el margen anterolateral de la tibia distal recibiendo el nombre de tubérculo anterior o de *Tillaux-Chaput*

y la cresta posterior termina en el margen posterolateral de la tibia distal recibiendo el nombre de tubérculo posterior, maléolo posterior o de *Volkman* (Figura 2)

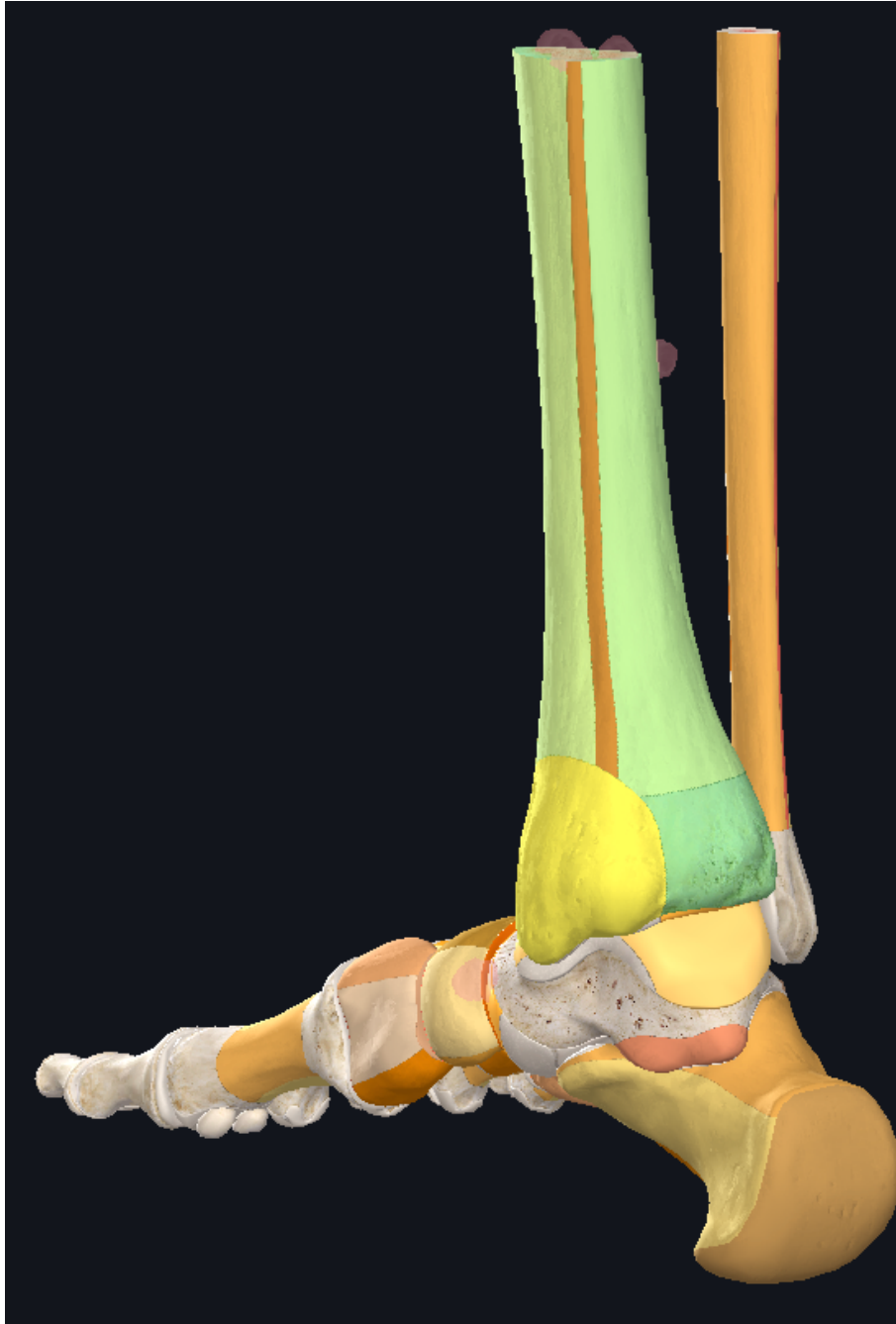
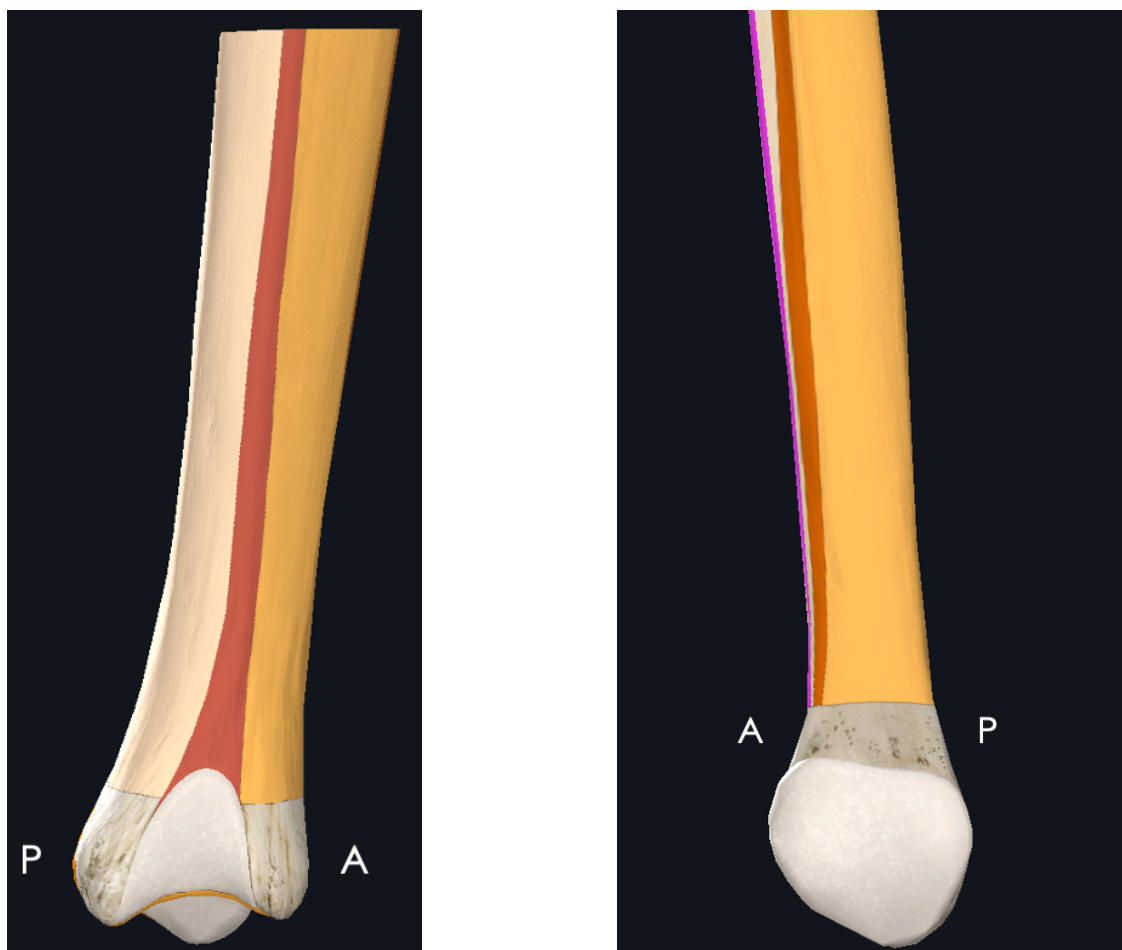


Figura 2. Maléolo tibial posterior o de Volkman (en verde oscuro)

Nota: elaboración propia

Los márgenes anterior y posterior de la tibia distal conforman un triángulo cóncavo cuyo ápex se encuentra aproximadamente entre 6 y 8 centímetros (cm) proximales a la articulación tibiotalar. La base de dicho triángulo está formada por los tubérculos anterior y posterior de la tibia con la *incisura tibialis* entre ambos (Figura 3).

La cresta interósea fibular también se bifurca en sentido anterior y posterior y conforma un triángulo convexo sobre la faceta articular del maléolo fibular. La base de dicho triángulo está formada por el tubérculo anterior o de Le Fort-Wagstaffe (Figura 4) y un casi imperceptible tubérculo posterior. El ápex del triángulo tibial y fibular se encuentran al mismo nivel y la forma convexa del peroné distal es congruente con la forma cóncava de la incisura tibial (12,15).



Figuras 3 y 4. A la izquierda Incisura tibialis en cara articular lateral de la tibia. A la derecha, triángulo convexo complementario sobre la faceta articular del maléolo fibular

Nota: elaboración propia

La *incisura tibialis* es denominada igualmente *incisura fibulae*, incisura fibular de la tibia, escotadura fibular o escotadura sindesmal. La terminología internacional (*Terminologia anatomica*) la denomina *incisura fibularis tibiae* por lo que en adelante nos referiremos a esta estructura anatómica como incisura fibular.

A medida que el peroné distal se aplana, la superficie tibial complementaria pierde de forma complementaria su concavidad. La profundidad de la incisura fibular aumenta de proximal a distal y su forma varía entre cóncava (60-75%) y plana (25-40%) presentando por tanto una forma irregular entre individuos, con una profundidad que varía entre 1 y 7.5 milímetros (mm), siendo algo menor en mujeres ⁽¹⁵⁾.

Varios estudios han demostrado amplias variaciones en la morfología de la incisura fibular, especialmente en lo relacionado con su profundidad, presentando variaciones muy ligeras entre ambos tobillos de un mismo individuo.

El tamaño y la forma de la incisura fibular desempeña un papel importante en las lesiones del tobillo, ya que una incisura fibular plana puede predisponer a los esguinces de la sindesmosis o a la lesión sindesmal asociada a fracturas o luxaciones.

Las características anatómicas de los tubérculos tibiales, siendo el tubérculo anterior más grande que el posterior, evita el desplazamiento en esa dirección de la tibia en dirección anterior mientras que sí se permite en dirección posterior. En una fractura de tobillo causada por rotación externa, el tubérculo posterior realiza un papel de fulcro permitiendo al peroné distal rotar en torno a su eje longitudinal en dirección lateral ^(12,13,15-20).

Los complejos ligamentosos de la sindesmosis tienen como función mantener la integridad de la pinza que la tibia y el peroné proporcionan al astrágalo, desempeñando un papel fundamental, ya que hay estudios que han demostrado que tan solo un milímetro de traslación lateral del astrágalo puede reducir la superficie de contacto un 42%, alterando de forma relevante la distribución de las cargas que soporta la articulación y predisponiendo a la artrosis postraumática ^(21,22).

El ligamento tibiofibular anteroinferior (LTFAI) está formado por tres fascículos, separados entre sí aproximadamente 2 milímetros, que se sitúan en dirección laterodistal de forma oblicua con una inclinación de aproximadamente 30 grados desde el

tubérculo de Tillaux-Chaput al tubérculo de Le Fort-Wagstaffe (Figura 5). La inserción tibial es más ancha que la inserción fibular por lo que el ligamento adopta una forma trapezoidal por la convergencia de sus fascículos. El fascículo proximal es el más corto, midiendo aproximadamente 6 mm de media, con una anchura máxima de 4 mm y un grosor de 3 mm. El fascículo central es el más fuerte, mide aproximadamente 12 mm, con una anchura de 10 mm y un grosor de 4 mm. El fascículo inferior, que es el más delgado, tiene una longitud aproximada de 17 mm, una anchura de 4 mm y un grosor de 2 mm. Su margen inferior entra en ligero contacto con el margen lateral de la tróclea talar. El ligamento talofibular (LTF) se origina por debajo próximo a la inserción fibular de este fascículo del LTFAI ^(12-14,23).

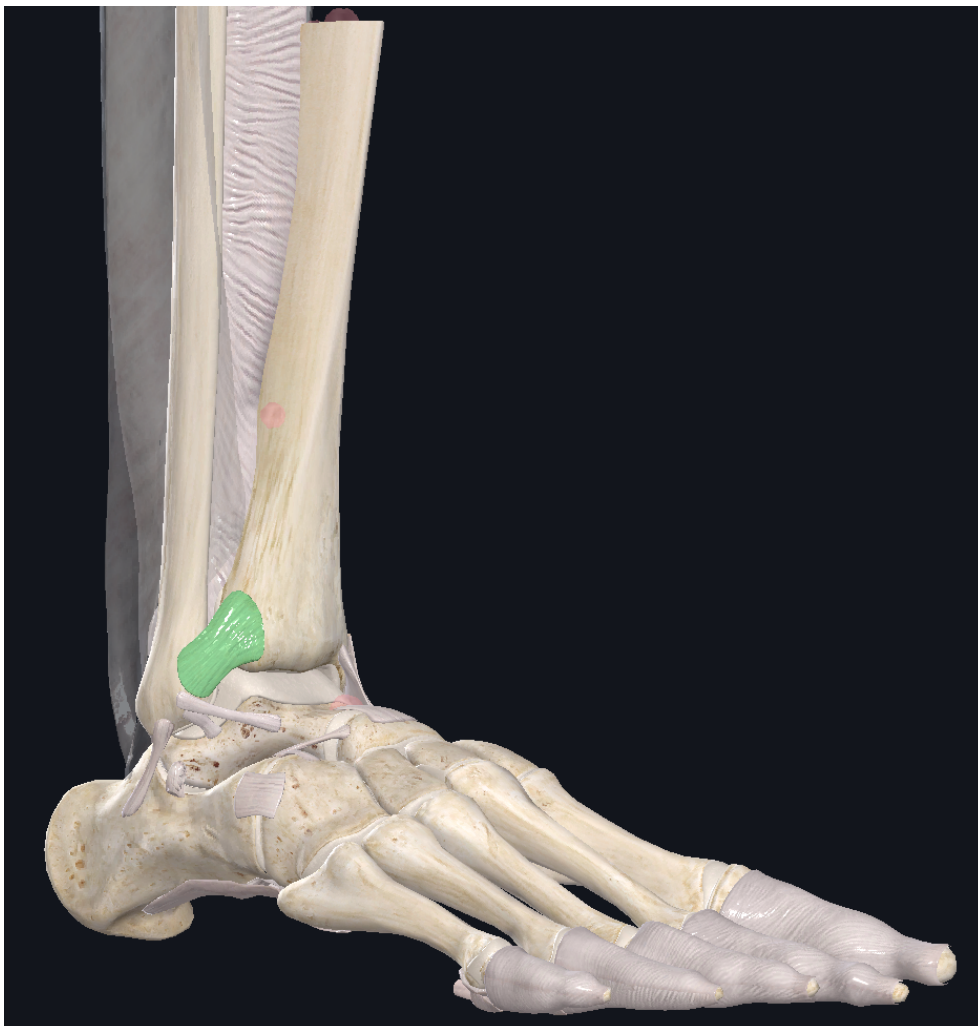


Figura 5. Ligamento tibiofibular anteroinferior (LTFAI)

Nota: elaboración propia

El LTFAI es el más débil de los cuatro ligamentos sindesmóticos por lo que es el primero en claudicar ante fuerzas de rotación externa del peroné en su eje longitudinal. Debido a su localización superficial, justo debajo de la piel, es posible visualizarlo con ecografía⁽²⁴⁾ y debido a su recorrido oblicuo, las imágenes de resonancia magnética en el plano axial pueden generar confusión respecto a lesiones parciales⁽²⁵⁻²⁷⁾. En pacientes con inestabilidad crónica de la sindesmosis, se puede considerar realizar una reconstrucción anatómica de dicho ligamento⁽²⁸⁾.



Figura 6. Ligamento tibiofibular posteroinferior (LTFPI)

Nota: elaboración propia

El ligamento tibiofibular posteroinferior (LTFPI) tiene una forma similar al LTFAI, aunque discurre de forma compacta con dirección horizontal desde el maléolo posterior hasta el casi imperceptible tubérculo posterior del peroné, medial al *sulcus* del maléolo fibular con un fascículo superficial y uno profundo que conforma el ligamento transverso (Figura 6). En ocasiones es difícil diferenciar el límite superior del LTFPI por encontrarse en transición continua con el ligamento interóseo. La longitud media del margen superior es aproximadamente de 13 mm mientras que la inferior es de 24 mm. La anchura medial del LTFPI es de 18 mm y su grosor es de 6 mm, siendo por tanto una estructura mucho más potente que el LTFAI. La región más inferior del LTFPI cubre el espacio posterior del ángulo tibiofibular^(12-14,23).

Debido a que el LTFPI es fuerte y ancho, el estrés rotacional excesivo suele derivar en una avulsión o fractura del maléolo posterior más que en una ruptura del ligamento. Por tanto, con la reducción directa del maléolo posterior se conseguiría una estabilización de la sindesmosis (29–31).

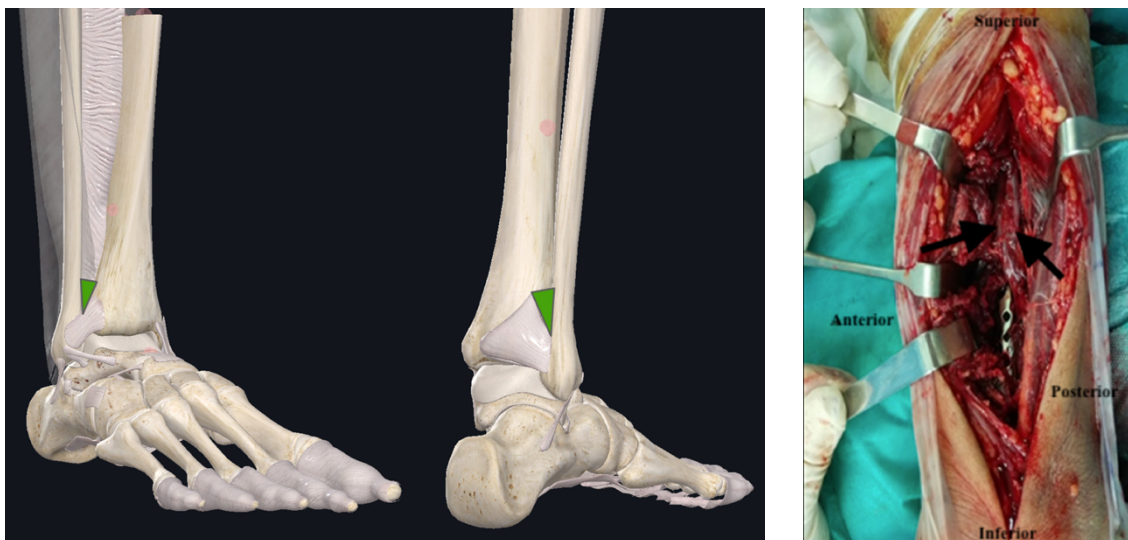


Figura 7. Fibras inferiores del ligamento transverso (LT) análogas al labrum acetabular

Nota: elaboración propia

El ligamento transverso (LT) se sitúa horizontalmente entre el margen proximal de la fosita del maléolo fibular y el borde posterodistal de la tibia y puede llegar a extenderse hasta el margen posterior del maléolo tibial. Su longitud puede variar por tanto entre 22 y 43 mm (Figura 7). Es un ligamento ancho, con forma tubular que se sitúa profundo al borde posteroinferior de la tibia conformando un análogo al *labrum* acetabular. Algunas fibras del LTFPI convergen con las fibras más distales del ligamento transverso, formando el llamado ligamento intermaleolar, estructura que se encuentra aproximadamente en un 81,8% de los sujetos (23). El ligamento intermaleolar discurre de forma paralela al ligamento transverso del cual se encuentra siempre separado por un espacio con forma triangular o cuadrilátera. Durante la flexión plantar el ligamento intermaleolar se destensa aproximándose al ligamento transverso (12,13,23).

El ligamento tibiofibular interóseo es la continuación distal de la membrana interósea (Figura 8). Aproximadamente a 4 cm por encima del nivel de la articulación tibiotalar se distribuye en abanico formando una red que rellena completamente el espacio entre tibia y peroné. Las fibras de esta red discurren mayoritariamente desde la tibia en dirección laterodistal hacia el peroné y únicamente unos pocos fascículos de aspecto dorsal de este ligamento discurren en sentido inverso o transversalmente. En un corte sagital esta red tiene forma de triángulo, cuyo ápex se introduce en la membrana interósea. Su margen anterior continúa hacia el LTFAI del que se encuentra separado por un espacio estrecho bien diferenciado. Su margen posterior continua hacia el LTFPI. La base de este triángulo se sitúa aproximadamente a 10-15 mm de la superficie articular tibiotalar a un nivel donde tibia y peroné se separan por una distancia muy estrecha al ser el punto de máxima congruencia de la incisura fibular. El ligamento tibiofibular interóseo se asemeja en este punto a una pirámide con una altura aproximada de 20 a 30 mm. La rama perforante de la arteria peronea penetra el extremo superior del ligamento de posterior a anterior (Figura 9) (13,14,23,26,32). No solo existe una transición gradual de la membrana interósea hacia el ligamento interóseo, también existe una transición continua entre el ligamento interóseo y el LTFAI y LTFPI.



Figuras 8 y 9. A la izquierda, Ligamento tibiofibular interóseo. A la derecha, arteria peronea ingurgitada debido a hiperflujo visualizada en abordaje posterolateral a tobillo

Nota: elaboración propia y foto de la autora

Un estudio anatómico reciente estableció que la vascularización de la sindesmosis se realiza fundamentalmente a través de la arteria peronea que, mediante una rama perforante anterior, irriga los ligamentos anteriores en aproximadamente un 67% de los sujetos. La arteria tibial anterior contribuye adicionalmente en la vascularización de las estructuras ligamentosas anteriores en el 37% restante. Dicha rama perforante atraviesa la membrana interósea de posterior a anterior a unos 30 milímetros de la articulación del tobillo, estando en riesgo alto de lesión por su localización ^(32,33).

La vascularización de los ligamentos sindesmales posteriores emerge de forma íntegra de la arteria peronea en un 63% de los sujetos, siendo la arteria tibial posterior la que aporta pequeñas ramas para irrigar la sindesmosis posterior en el 37% restante. La rama perforante anterior de la arteria peronea no contribuye en ningún caso a la vascularización de los elementos posteriores a ningún nivel ⁽³²⁾.

2. Recuerdo biomecánico breve

Se ha determinado en base a estudios anatómicos que el ligamento tibiofibular anteroinferior (LTFAI) proporciona un 35% de la estabilidad articular de la sindesmosis, el ligamento posteroinferior (LTFPI) contribuye a la estabilidad en un 40% y el ligamento interóseo en un 21% ⁽³⁴⁻³⁷⁾.

Los ligamentos de la articulación tibiofibular distal soportan su mayor tensión durante la fase de apoyo o segundo *rocker* de la marcha. Además, el papel del ligamento interóseo sería actuar como un resorte permitiendo una ligera separación entre los maléolos durante la dorsiflexión del tobillo y funcionaría no solo como un amortiguador de fuerzas durante el primer *rocker* de la marcha sino también estabilizando la articulación del tobillo durante la fase de carga ⁽³⁸⁾.

3. Clasificaciones de las fracturas de tobillo

Existen varias clasificaciones para las fracturas de tobillo de importancia histórica, que demuestran su utilidad a la hora de decidir el tratamiento y predecir la evolución, ayudan a comprender la fisiopatología y favorecen la comunicación entre profesionales.

La más sencilla es la desarrollada por Pott, en la que se dividen las fracturas según el número de maléolos involucrados con uni, bi o trimaleolares ⁽³⁹⁾. Aún mantiene su

vigencia como descripción inicial del tipo de fractura a la vez que tiene implicaciones pronósticas ya que la inestabilidad articular, y por tanto la gravedad de la lesión, aumenta con la cantidad de maléolos afectados.

La clasificación de AO-ASIF se basa en la previamente desarrollada por Denis-Weber⁽⁴⁰⁾ (Figura 10) y es un sistema simple para catalogar las fracturas de tobillo, tomando como referencia principal el nivel de la fractura del peroné, en relación a la articulación del tobillo⁽⁴¹⁾. Dentro del segmento 44 (correspondiente al tobillo), divide las fracturas en 3 tipos, con 3 grupos cada uno (Tabla 1).

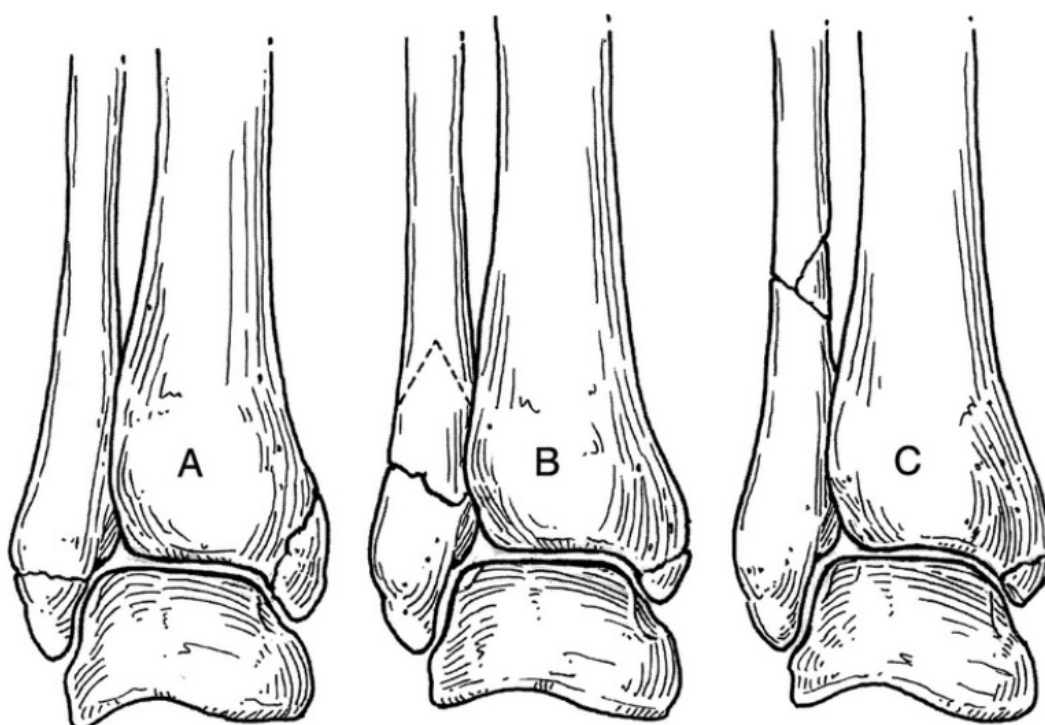


Figura 10. Clasificación de Denis-Weber

Nota: Extraído de Weber BG. *Die Verletzungen des Oberen Sprunggelenkes. Aktuelle Probleme in der Chirurgie*. Stuttgart, Huber, 1966⁽⁴⁰⁾

Tabla 1. Clasificación de AO-ASIF de las fracturas de tobillo

<p>Tipo A o infrasindesmales</p>	<p>A1: Trazo de fractura por debajo del nivel de la articulación del tobillo, ligamento deltoideo conservado, sindesmosis íntegra, estabilidad articular presente, tratamiento conservador en la mayoría de casos.</p> <p>A2: Trazo fibular infrasindesmal con rotura asociada del maléolo interno o del ligamento deltoideo.</p> <p>A3: Afectación circunferencial, es decir, añade la lesión del maléolo posterior.</p>
<p>Tipo B o transindesmales (80% de las fracturas)</p>	<p>B1: Trazo de fractura a nivel de la articulación del tobillo con afectación lateral aislada, con sindesmosis íntegra o parcialmente lesionada pero sin apertura de la mortaja, es decir, estable.</p> <p>B2: Maléolo interno fracturado o ligamento deltoideo roto.</p> <p>B3: Se añade a los hallazgos de B2, la lesión del maléolo posterior.</p>
<p>Tipo C o suprasindesmales</p>	<p>C1: Trazo simple de fractura fibular por encima de la articulación del tobillo. Maléolo interno fracturado y/o ligamento deltoideo roto. Sindesmosis alterada con ensanchamiento de la mortaja. Inestabilidad articular, requieren tratamiento quirúrgico.</p> <p>C2: Hallazgos similares con conminución de la diáfisis fibular.</p> <p>C3: Trazo de fractura fibular a nivel proximal, implica lesión de la sindesmosis y membrana interósea, para diferenciarse de las provocadas por traumatismo directo. También denominada fractura de Maisonneuve.</p>

Nota: elaboración propia

La clasificación de Lauge-Hansen surgió de la necesidad de conocer la secuencia de manipulación para reducir una lesión en sentido contrario al mecanismo de producción en una época en la que el tratamiento era fundamentalmente conservador. Fue descrita inicialmente por el radiólogo danés Nils Lauge-Hansen y después fue desarrollada y ampliada por él mismo en 5 artículos publicados entre 1948 y 1953 (42-46).

Esta clasificación ha sufrido numerosas críticas relacionadas con su variabilidad entre observadores por considerar que es difícil de reproducir (47-50), pero dado que es la que más atención presta a las lesiones ligamentosas asociadas a la fractura de tobillo, es de obligado conocimiento (Tabla 2). Se basa en la posición del pie y en la dirección de la fuerza lesiva, considerando así 4 tipos principales (Supinación-rotación externa -SER-, pronación-abducción -PA-, supinación-aducción -SA- y pronación-rotación

externa -PER-) que a su vez se dividen en subtipos. Cada estadio implica un paso más en la magnitud de la fuerza y engloba las lesiones de los anteriores (Figura 11).

Tabla 2. Clasificación de Lauge-Hansen de las fracturas de tobillo

Supinación-rotación externa (SER) (40 a 75% de las fracturas de tobillo)	<p>Estadio I: lesión del LTFAI.</p> <p>Estadio II: fractura espiroidea del peroné. Hasta este punto las estructuras mediales permanecen indemnes, por lo que el tobillo permanece estable y el manejo ortopédico obtiene buenos resultados.</p> <p>Estadio III: fractura del maléolo posterior o rotura del LTFPI. Una vez que se alcanza este grado de lesión, el índice de sospecha de lesión medial es alto.</p> <p>Estadio IV: avulsión del maléolo interno o rotura del ligamento deltoideo.</p>
Pronación-abducción (PA) (5-21% de las fracturas de tobillo)	<p>Estadio I: avulsión del maléolo interno o fractura por tracción con patrón transversal o rotura del ligamento deltoideo.</p> <p>Estadio II: rotura del LTFAI con o sin avulsión ósea (Chaput-Tillaux en la tibia o Lefort-Wagstaffe en el peroné).</p> <p>Estadio III: fractura del peroné por compresión-flexión a nivel sindesmal o proximal a ella.</p>
Supinación-aducción (18 a 21% de las fracturas de tobillo)	<p>Estadio I: fractura del peroné distal o rotura del ligamento lateral externo del tobillo.</p> <p>Estadio II: Fractura del maléolo interno con patrón vertical por impacto talar y cizallamiento que puede originar hundimiento osteocondral</p>
Pronación-rotación externa (PER)	<p>Estadio I: avulsión del maléolo interno o rotura del ligamento deltoideo.</p> <p>Estadio II: rotura del LTFAI con o sin avulsión ósea (Chaput-Tillaux en la tibia o Lefort-Wagstaffe en el peroné).</p> <p>Estadio III: fractura del peroné por torsión a unos 7-8 cm proximales desde la articulación.</p> <p>Estadio IV: fractura del maléolo posterior.</p>

Nota: elaboración propia

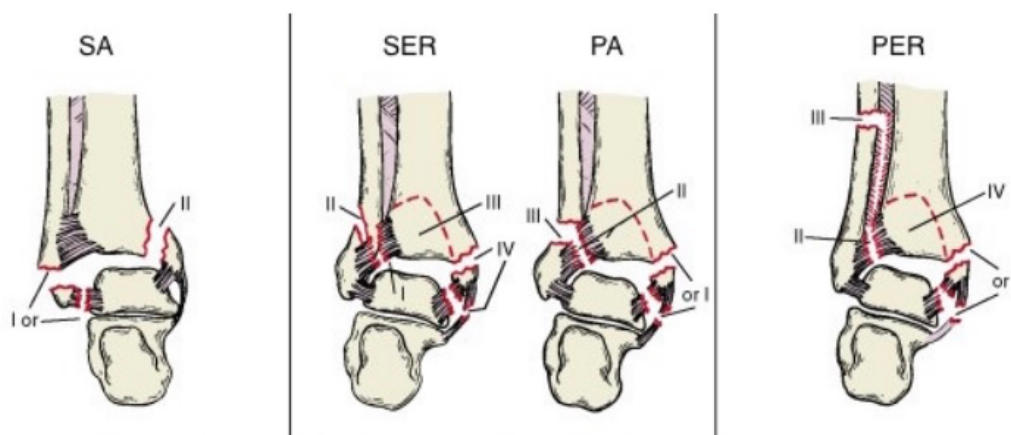


Figura 11. Clasificación de Lauge Hansen

Nota: Extraído de *Lauge Hansen N. Ligamentous ankle fractures; diagnosis and treatment. Acta Chir Scand. 1949*⁽⁴²⁾

Algunos aspectos de las clasificaciones pueden complementarse y otros superponerse, con similitudes entre ellas, de forma que las fracturas por supinación-aducción se corresponden con mecanismo lesional y hallazgos de las Weber A, las fracturas por supinación-rotación externa a las Weber B y las que implican pronación (generalmente con rotación externa), a las Weber C ⁽⁵¹⁾.

4. Lesión sindesmal en fracturas de tobillo

Aproximadamente del 5 al 10% de todos los esguinces de tobillo y en torno al 23% de todas las fracturas de tobillo se asocian a lesión en la articulación tibiofibular distal, habiéndose estimado una incidencia aproximada de lesión sindesmal en torno a 2.1 por cada 100.000 pacientes/año en Estados Unidos ^(6,52).

Se considera que las fuerzas de rotación externa son el principal mecanismo lesional de la articulación tibiofibular distal, si bien la lesión sindesmal no debe ser considerada sinónimo de inestabilidad sindesmal. La lesión de los ligamentos de la ATFD puede ocurrir sin fractura, pero generalmente está en relación con fracturas tipo Weber C, pronación-rotación externa y supinación-rotación externa de Lauge Hansen ^(37,53,54).

La contribución relativa de cada uno de los ligamentos de la ATFD a la resistencia a las fuerzas de rotación externa, axial y desplazamiento lateral son generalmente constantes, como se ha descrito en apartados previos en base a estudios anatómicos ⁽³⁴⁾,

concluyendo que la lesión de dos de los tres estabilizadores mayores (LTFAI, LTFPI y ligamento interóseo) conduciría a una pérdida de más del 50% de la resistencia de la sindesmosis al estrés en rotación y desviación lateral, generando por tanto inestabilidad sindesmal (5,37).

La historia natural de una lesión sindesmal inadvertida es su evolución a inestabilidad sindesmal crónica y posterior desarrollo de artrosis postraumática radiológica (Figura 12) con morbilidad clínica variable (6,25,55-58).



Figura 12. Artrosis postraumática de tobillo tras lesión sindesmal inadvertida

Nota: imagen de autora

5. Diagnóstico de la lesión sindesmal en fracturas de tobillo

El diagnóstico de la lesión sindesmal puede suponer un reto ya que no existe ninguna característica clínica o radiológica que por sí misma sea indicativo inequívoco de la lesión.

Algunos estudios proponen el empleo de resonancia magnética (RM) o artroscopia para el diagnóstico de la misma ^(25,27,59-62) pudiéndose considerar estudios caros, invasivos y/o poco disponibles.

La exploración física, aunque fundamental, es poco sugestiva para el diagnóstico de la lesión sindesmal en el contexto de las fracturas de tobillo por el solapamiento de los síntomas.

Los test clínicos clásicos para el diagnóstico de lesión sindesmal se detallan en la Tabla 3 ^(63,64).

Tabla 3. Descripción de test clínicos de estrés e indicadores positivos de lesión sindesmal

	Descripción	Resultado positivo
Test de estrés en rotación externa	Manteniendo la rodilla y el tobillo en flexión fija de 90º, se aplica rotación externa al tobillo.	Dolor sobre la sindesmosis
Test de opresión de Hopkins (o squeeze-test)	Compresión de tibia y peroné en su tercio medio/distal.	Dolor sobre la sindesmosis
Test de piernas cruzadas	Con el paciente sentado, ambas rodillas a 90º y los pies sobre el suelo, se solicita al paciente que cruce la pierna del lado afectado sobre la otra, lo que resulta en una leve compresión del peroné sobre la tibia contralateral.	Dolor sobre la sindesmosis
Test de dorsiflexión pasiva del tobillo	Se realiza dorsiflexión pasiva del tobillo al mismo tiempo que se aplica compresión intermaleolar.	Disminución del dolor sobre la sindesmosis

Nota: elaboración propia

La radiología simple para la evaluación de fracturas, luxaciones (y una eventual lesión sindesmal) incluye tres proyecciones: anteroposterior (AP), de mortaja y lateral. Las proyecciones AP y lateral deberían incluir la totalidad del peroné con el objetivo de descartar una eventual lesión de Maisonneuve.

Idealmente el estudio radiológico en carga permite maximizar los desplazamientos y facilitar el diagnóstico de estas lesiones, pero no todos los pacientes lo toleran en lesiones agudas. En este caso, se deben realizar las evaluaciones radiológicas en descarga, teniendo en cuenta que la ausencia de alteraciones en la exploración radiológica de la articulación tibiofibular distal no descarta la lesión sindesmal debido a la alta tasa de falsos negativos (44-58%)^(25,65,66).

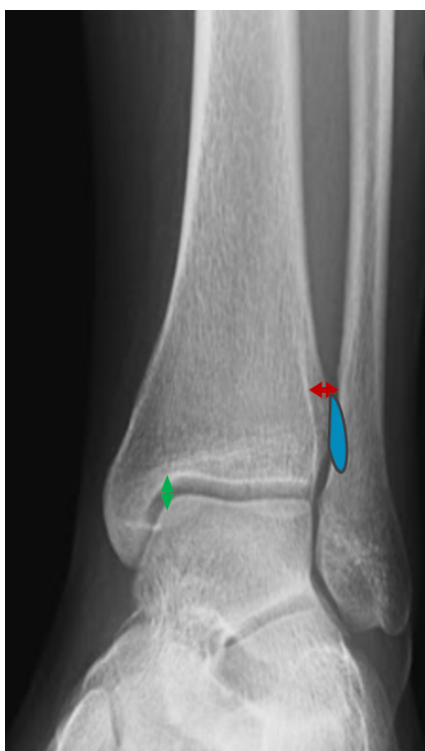


Figura 13. Parámetros radiológicos en radiología simple en proyección AP o de mortaja

Nota: elaboración propia. Espacio claro tibiofibular (en rojo), solapamiento tibiofibular (en azul), espacio claromedial (en verde)

Existen un serie de parámetros radiológicos de obligada realización para el diagnóstico de la lesión sindesmal en la radiografía simple estática o en descarga^(5,6) (Figura 13):

- El espacio claro tibiofibular se describe como la distancia entre el borde anterolateral o posterolateral de la incisura fibular y el borde medial del peroné y debe ser menor de 6 milímetros tanto en la proyección AP como la de mortaja, medido a 10 milímetros proximalmente desde la superficie tibial⁽⁶⁷⁾.
- El solapamiento tibiofibular es la distancia horizontal entre el borde medial del peroné y el borde lateral del tubérculo tibial anterior. Debe ser mayor de 6 milímetros en la proyección AP y mayor de 1 milímetro en la proyección de mortaja, igualmente medido a 10 milímetros proximalmente desde la superficie tibial⁽⁶⁷⁾.

- El espacio claro medial (ECM) se describe como la máxima distancia entre el ángulo medial de la cúpula talar y el borde lateral del maléolo medial medido en proyección AP. Se considera que no debe ser mayor que el espacio superior entre la cúpula talar y el pión tibial; es decir, debe ser una medición paralela a lo largo de toda la articulación. En general se considera normal cuando es menor de menor de 4 milímetros si bien esta afirmación no tiene amplia evidencia científica. Su alteración se relaciona con lesión del fascículo profundo del ligamento deltoideo ⁽⁶⁷⁾.
- El ángulo talocrural, descrito en 1980 por Krämer y Gudat y valorado en la proyección AP, es una medida del acortamiento del peroné que se puede traducir de forma indirecta en una lesión sindesmal ⁽⁶⁸⁾. Su valores normales se encuentran entre 79° y 87°, con una escasa variabilidad intrasujeto.
- El ángulo crurofocal medial, descrito en 2015 por Sánchez-Morata para su medición en el contexto de fracturas de tobillo con implicación del maléolo interno, está formado por la línea del trazo principal de fractura del maléolo medial con la línea perpendicular a la superficie de carga el pión tibial ^(69,70). En base a la medida de este ángulo se describen trazos verticales (0°-20°), horizontales (81°-95°) y avulsiones (96°-180°). Su implicación en el diagnóstico de la lesión sindesmal se detalla en apartados posteriores (Figura 14).

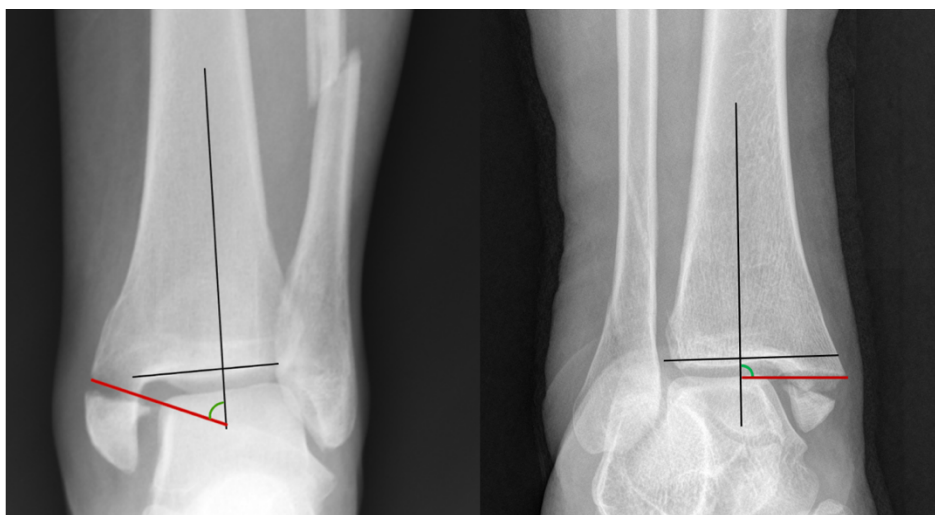


Figura 14. Medida del ángulo crurofocal medial

Nota: elaboración propia

Un solapamiento tibiofibular disminuido, un espacio tibiofibular aumentado y/o un espacio claro medial aumentado se consideran sugestivos, aunque no definitivos, de lesión sindesmal. En concreto, se considera que el espacio claro tibiofibular es la medida más fiable por no verse afectada por la posición relativa de la pierna respecto al haz de rayos aunque las variantes anatómicas de la morfología de la ATFD pueden afectar de forma relevante a su medición ^(27,67,71-74).



Figura 15. Ángulo de inclinación talar (en rojo) y línea de Shenton (en verde)

Nota: elaboración propia

Otras mediciones relevantes en la proyección anteroposterior son (Figura 15):

- El ángulo de inclinación talar, formado por la línea paralela a la superficie articular talar y la línea paralela a la superficie articular tibial. Su valor normal se sitúa entre -2° y $+2^\circ$, considerándose 0° como la medida óptima y estando en estrecha relación con la medición alterada del espacio claro medial ⁽²²⁾.
- La línea de Shenton del tobillo que es la continuación del borde anteromedial distal del peroné con la superficie articular de la tibia. Si la línea es discontinua es signo indirecto de lesión de la ATFD ⁽⁷⁵⁾.

En la proyección lateral la principal medición de interés es:

- El ratio tibiofibular anteroposterior (TFAP, Figura 16) se obtiene mediante la obtención de 2 puntos en la proyección lateral ⁽⁷⁶⁾. El punto #1 se localiza en la cortical anterior de la tibia al nivel de la cicatriz o remanente fisario. El punto #2 se localiza en la intersección de la cortical anterior del peroné y la cicatriz o remanente fisario tibial. Esto resulta en dos segmentos: A (punto #1 a punto #2) y B (punto #2 a cortical tibial posterior). El ratio tibiofibular se obtiene

de la división del segmento A entre el segmento B (A/B). Se considera normal cuando su valor se encuentra en torno a 0,94 ($\pm 0,13$) y su alteración conlleva implícita la traslación posterior del peroné suponiendo un signo de lesión sindesmal ^(14,77).



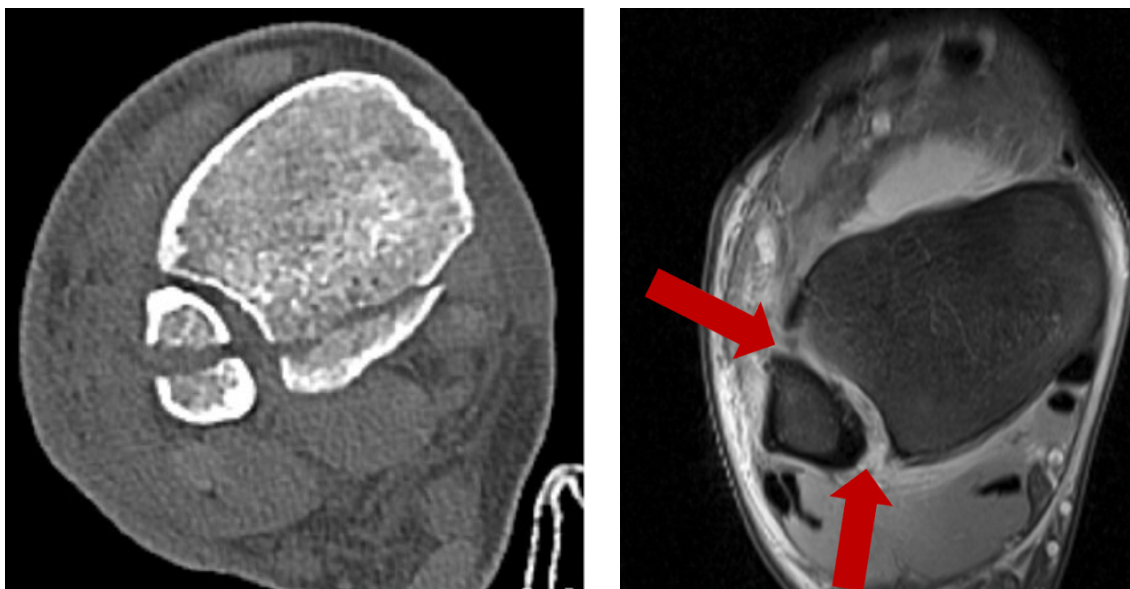
Figura 16. Referencias para la medición del ratio tibiofibular anteroposterior (TFAP)

Nota: elaboración propia

Otros estudios de imagen para el diagnóstico preoperatorio de la lesión sindesmal son la tomografía computarizada (TC) y la resonancia magnética (RM).

- La resonancia magnética (Figura 17) tiene como ventaja una alta sensibilidad (100%) y alta especificidad (93%) para el diagnóstico de la lesión sindesmal, aunque hay que destacar que su realización en el contexto de una fractura de tobillo puede distorsionar los resultados ^(26,65,78). Sus principales desventajas son el coste económico asociado y su menor disponibilidad.

- La tomografía computarizada (Figura 18) para el diagnóstico de la lesión sindesmal ha sido ampliamente estudiada en los últimos años. Los cortes axiales obtenidos a 10 milímetros de la superficie del pilón tibial son los de elección para el estudio de la rotación del extremo distal del peroné y el espacio claro tibiofibular, que medido al nivel de su máxima anchura tiene una sensibilidad del 74,4% y una especificidad del 79,8% para detectar la lesión sindesmal aguda incluso en pacientes con fracturas asociadas, habiéndose establecido en estudios anatómicos una medición de 5,4 milímetros como punto de corte (16,72,73,78). Recientemente, Nault desarrolló un algoritmo para la evaluación sindesmal que considera la malrotación y el desplazamiento lateral/anteroposterior del peroné (80). Este algoritmo ha sido empleado también para la evaluación de la sindesmosis en RM (81). Las ventajas de la TC frente a la radiología convencional son varias; entre ellas, la ausencia de solapamiento de estructuras óseas y la posibilidad de evaluación de la ATFD que por su morfología es difícil en radiología simple. En un estudio reciente, Leung defiende el uso de la TC preoperatoria por haberse demostrado capaz de modificar la planificación quirúrgica prevista hasta en un 50% de los casos (82).



Figuras 17 y 18. A la izquierda, lesión sindesmal aguda objetivada en TC. A la derecha, Corte axial de RM en fractura de tobillo con afectación sindesmal

Nota: imágenes de autora

- Sus principales desventajas están en relación con el coste económico y la alta radiación asociada. Recientemente, los estudios de tomografía axial computarizada en carga han ganado popularidad ^(83–85).

Por último, los estudios de imagen preoperatoria que pueden resultar de interés son los realizados bajo estrés o en carga, en cualquiera de sus modalidades.

Las pruebas clásicas de valoración de la estabilidad sindesmal bajo estrés son dos (Tabla 4): el test del gancho (o de Cotton) (Figura 19) y el test de rotación externa ^(86–88).

Tabla 4. Descripción de test intraoperatorios de estrés e indicadores positivos de lesión sindesmal

	Descripción	Resultado positivo
Test de estrés en rotación externa	Se estabiliza la tibia y se aplica una fuerza de rotación externa a la región medial del mediopie y lateral del retropie de 7.2 Newtons-metro (N-m)	Aumento del espacio claromedial en la proyección de mortaja
Test del gancho (maniobra de Cotton)	Se aplica una fuerza de tracción lateral de 100 Newtons (N) con un gancho de hueso y se evalúa el comportamiento de la sindesmosis bajo fluoroscopia.	Desplazamiento lateral de más de 2 mm del maléolo lateral.

Nota: elaboración propia



Figura 19. Test del gancho o de Cotton

Nota: extraído de Matuszewski PE, Dombroski D, Lawrence JTR, Esterhai JL, Mehta S. Prospective intraoperative syndesmotomic evaluation during ankle fracture fixation: Stress external rotation versus lateral fibular stress. *J Orthop Trauma* 2015;29(4):157-60⁽⁸⁸⁾

Si bien la realización de estas pruebas suele precisar someter al paciente a anestesia o sedación por lo que se consideran de elección para su realización intraoperatoria.

El test de estrés gravitacional (Figura 20) consiste en la obtención de una radiografía de mortaja con el paciente posicionado en decúbito lateral del lado de la lesión con el tercio distal de la pierna colocado fuera de la mesa, permitiendo que el propio peso del pie y la gravedad apliquen el estrés necesario a la articulación. La popularidad de este test frente a las exploraciones en carga está decayendo por haber demostrado una tendencia al sobrediagnóstico de las lesiones sindesmales ^(66,83,89).

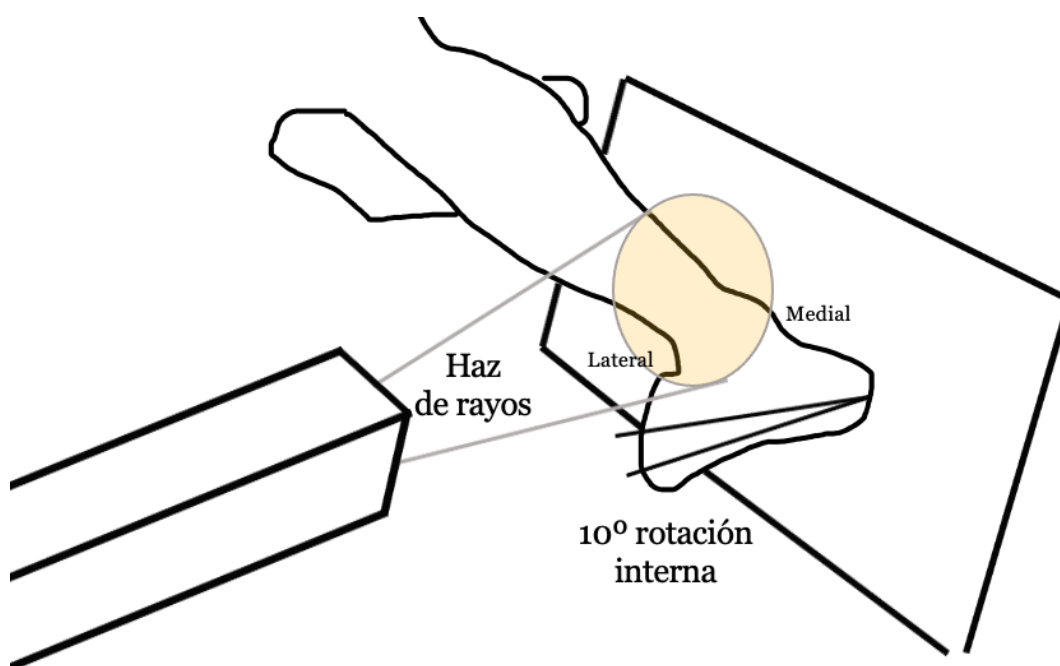


Figura 20. Esquema de colocación del paciente para la realización de test de estrés gravitacional

Nota: elaboración propia

Las exploraciones en carga tienen la ventaja de reproducir las condiciones de trabajo del tobillo especialmente en lo relativo a la anatomía y propiedades biomecánicas del ligamento deltoideo y su papel en la estabilidad de la articulación ^(66,90), teniendo como desventaja la necesidad de colaboración del paciente para su realización por la incomodidad que asocian.

Finalmente, en la actualidad, se considera que el diagnóstico de certeza de la inestabilidad sindesmal aguda en contexto de fractura de tobillo se establece mediante la exploración intraoperatoria. Esto se puede realizar ya sea mediante las pruebas de estrés descritas previamente, tras la reducción abierta y síntesis del maléolo peroneo o bajo visión directa de la ATFD, bien mediante el abordaje clásico o artroscópico. A pesar de que la visión directa es posible, se recomienda la realización rutinaria de las pruebas de estrés para desenmascarar lesiones sutiles encubiertas ^(91,92).

La artroscopia es especialmente útil para el diagnóstico y tratamiento de casos sutiles o que asocian patología intraarticular (lesiones osteocondrales, etcétera) que se pueden diagnosticar y tratar en el mismo acto ^(52,59,93) (Figura 21).

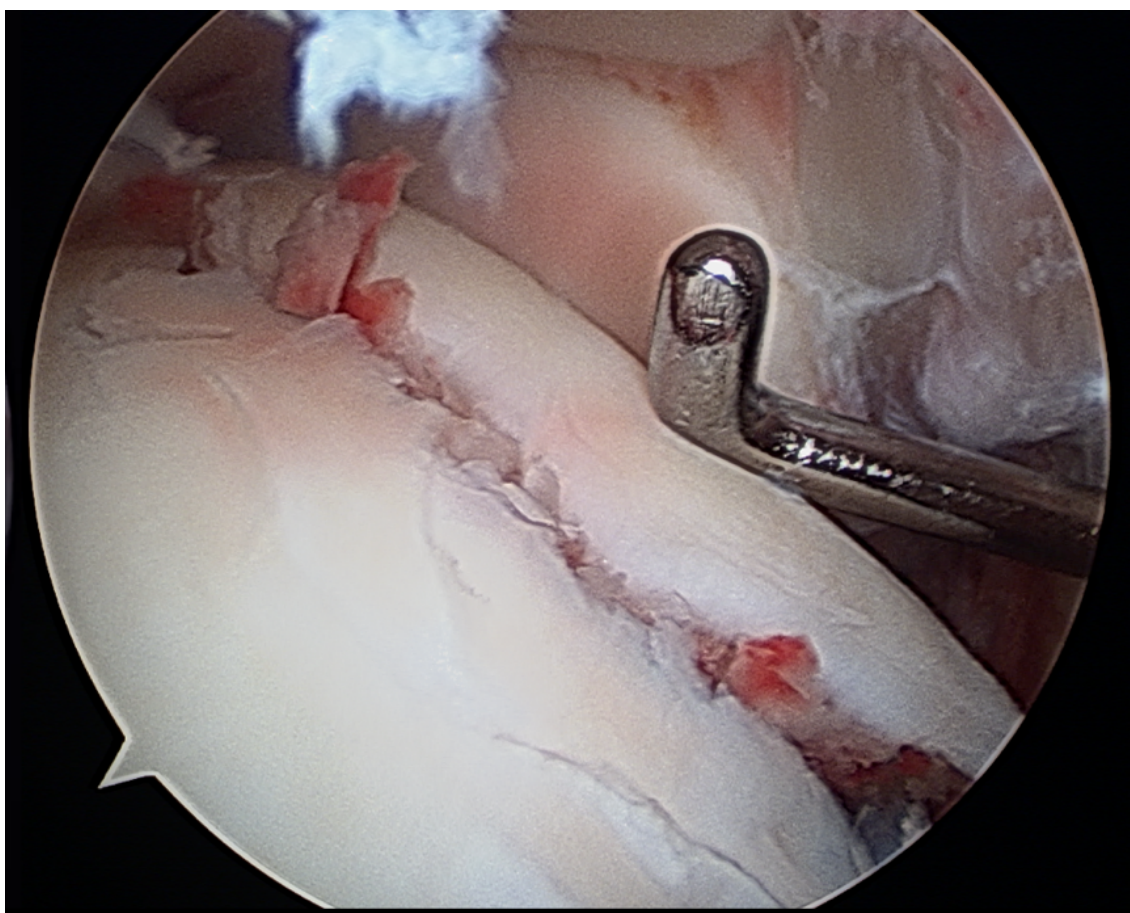


Figura 21. Lesión osteocondral talar de gran tamaño, como lesión asociada en fractura de tobillo, objetivada y tratada mediante artroscopia

Nota: imagen de autora

6. Modelos de predicción preoperatoria de lesión sindesmal

En base a todo lo expuesto, el desarrollo de modelos que permitan con una alta sensibilidad y especificidad el diagnóstico de la lesión sindesmal de forma preoperatoria es especialmente relevante.

En su tesis doctoral, Sánchez-Morata estableció tres modelos de predicción preoperatoria de lesión sindesmal basados en la medida del ángulo crufofocal medial ^(69,70) con una capacidad para la correcta clasificación de los pacientes del 88%, 84% y 86% respectivamente.

El primer modelo predictivo obtenido mediante regresión logística identificó como variables de interés el ángulo crufofocal medial, el espacio claro tibiofibular y el tipo

de lesión según la clasificación de Lauge-Hansen, siendo capaz de clasificar correctamente al 88% de los paciente con un sensibilidad del 95% (Figura 22).

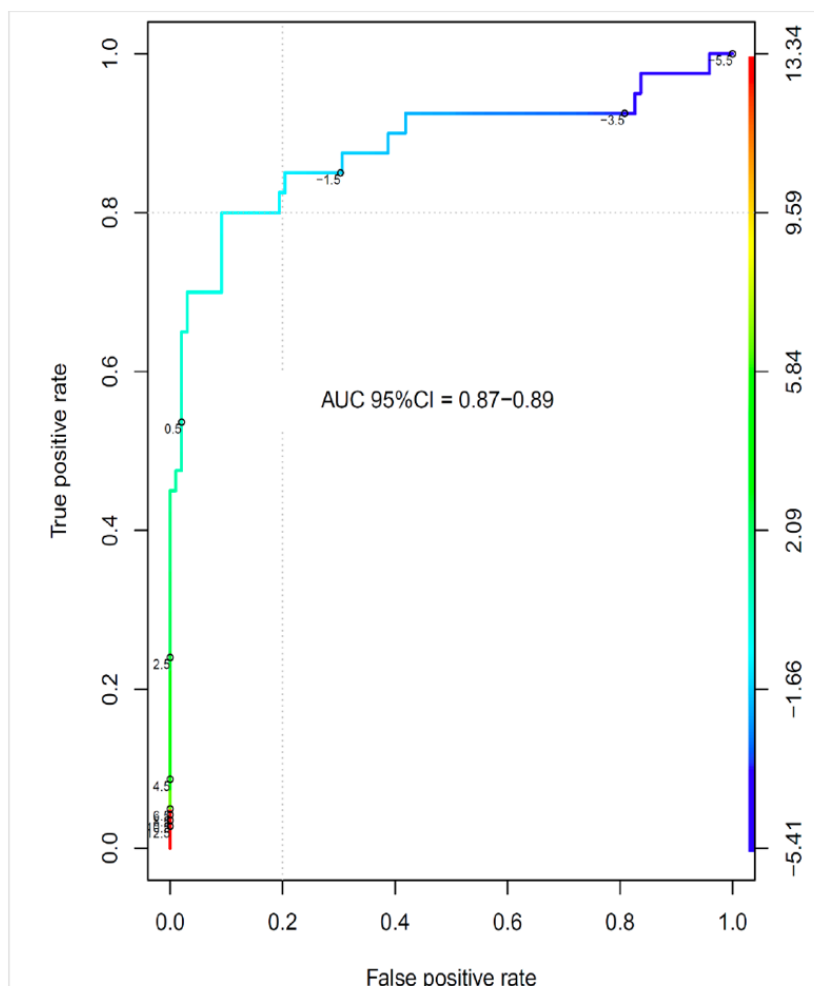


Figura 22. Curva ROC (Receiver Operating Characteristic o Característica Operativa del Receptor) del primer modelo predictivo obtenido mediante regresión logística de Sánchez-Morata

Nota: extraído de Sánchez-Morata E. *Estudio radiológico de la correlación del trazo de fractura del maléolo interno con la lesión sindesmal en fracturas de tobillo*. Universidad Complutense de Madrid; 2015⁽⁶⁹⁾

El segundo modelo predictivo obtenido mediante análisis discriminante, más sencillo e intuitivo, enfrentando los pacientes clasificados como ausencia de lesión prevista por el nuevo modelo versus aquellos con ausencia de lesión real, ausencia de lesión prevista versus presencia de lesión real, presencia de lesión prevista vs ausencia de lesión real y aquellos con presencia de lesión prevista vs presencia de lesión real obtuvo un valor predictivo negativo de 0,98 y especificidad 0,84 del modelo sobre la

serie real. Este modelo presentó una media de pacientes correctamente clasificados mediante análisis discriminante del 84% (Figura 23).

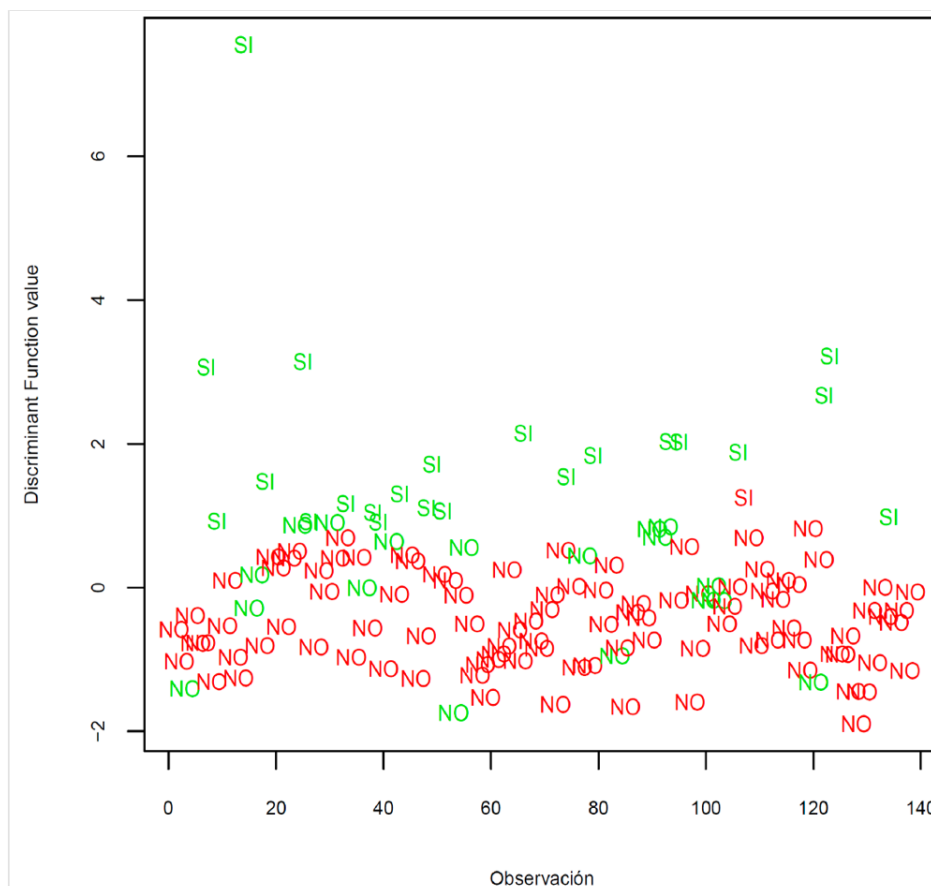


Figura 23. Resultados análisis discriminante basado en la influencia del ángulo y el espacio clarotibiofibular de Sánchez-Morata

Nota: extraído de Sánchez-Morata E. *Estudio radiológico de la correlación del trazo de fractura del maléolo interno con la lesión sindesmal en fracturas de tobillo*. Universidad Complutense de Madrid; 2015⁽⁶⁹⁾

Finalmente, un tercer modelo valoró la capacidad predictiva del ángulo crurofocal medial mediante una regla *ad hoc* que definió como lesión sindesmal la combinación de valores del ángulo crurofocal medial por encima de 65° y del espacio claro tibiofibular por encima de 5mm, obteniendo una media de pacientes correctamente clasificados del 86% (Figura 24).

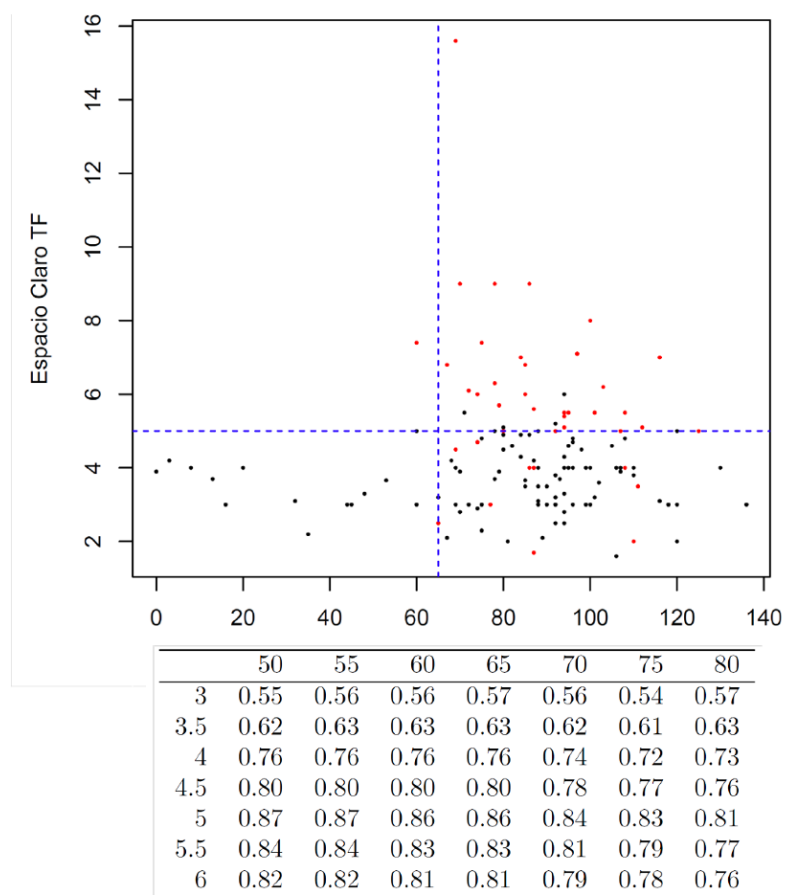


Figura 24. Capacidad predictiva del ángulo crurofocal medial de Sánchez-Morata

Nota: extraído de Sánchez-Morata E. *Estudio radiológico de la correlación del trazo de fractura del maléolo interno con la lesión sindesmal en fracturas de tobillo*. Universidad Complutense de Madrid; 2015⁽⁶⁹⁾

7. Interés en las lesiones de la sindesmosis en los últimos años

El auge del conocimiento sobre la patología derivada de las lesiones sindesmales ha resultado en un incremento del interés científico por las mismas en los últimos años.

Simplemente una búsqueda sencilla en Pubmed en base al término MeSH [*ankle injuries*] con el calificador o subencabezado [*syndesmotic injury*] arroja que las publicaciones relativas a dicha patología se han incrementado en un 29% en los últimos diez años y en un llamativo 130% desde el inicio del siglo XXI (Figura 25).

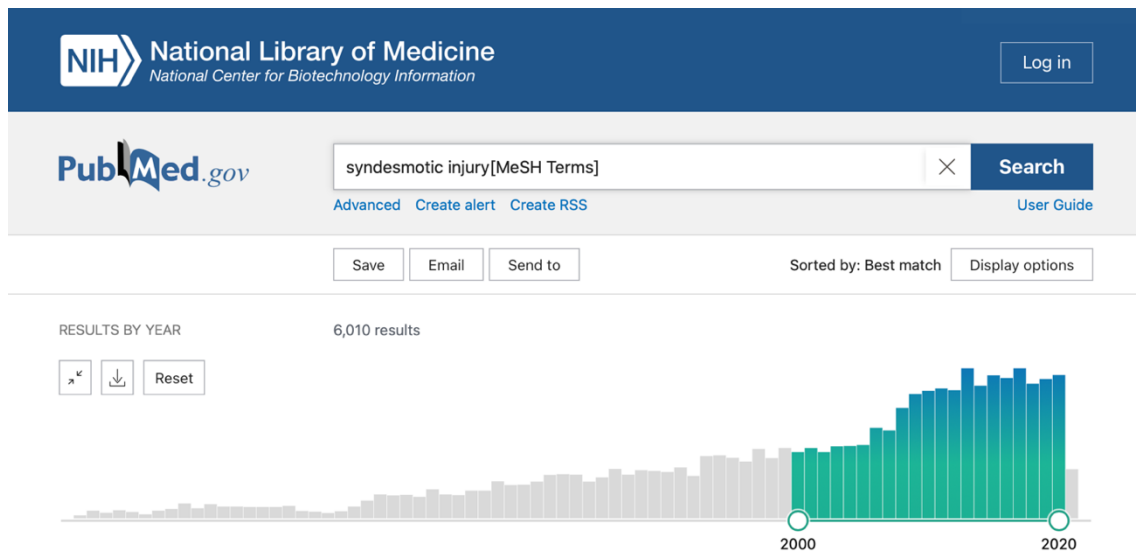


Figura 25. Evolución durante las dos últimas décadas de las búsquedas en Pubmed del término MeSH [syndesmototic injury]

Nota: extraído de Pubmed

HIPÓTESIS Y OBJETIVOS

Hipótesis y objetivos

Como se ha descrito en la introducción, el diagnóstico preoperatorio de la lesión sindesmal en el contexto de las fracturas de tobillo continúa siendo un reto en la práctica clínica.

Hasta el momento, el único diagnóstico de certeza al alcance de cualquier traumatólogo en cualquier medio es el que se obtiene en la valoración intraoperatoria, ya sea mediante visualización directa o la aplicación de pruebas de estrés. Este *gold standard* actual no permite, por tanto, la planificación íntegra del procedimiento a realizar cuando nos enfrentamos a una fractura de tobillo, dejando una parte fundamental del tratamiento a la improvisación quirúrgica.

Los modelos de predicción descritos por Sánchez Morata en 2015 permitirían una clasificación preoperatoria de estas lesiones basándose exclusivamente en la radiología simple preoperatoria, de obligada realización en todos los pacientes y en todos los medios.

La **hipótesis principal** que se pretende demostrar es que dichos modelos predictivos de lesión sindesmal en las fracturas de tobillo basados en la medición del ángulo cru-rofocal medial son fiables y útiles en la práctica clínica.

Por tanto, el **objetivo principal** de este trabajo es la validación de los modelos propuestos mediante un estudio prospectivo en una serie consecutiva de fracturas de tobillo con afectación del maléolo medial y determinar los parámetros epidemiológicos y radiológicos de mayor valor para la predicción de la lesión sindesmal.

Como **objetivos secundarios** se pretende:

1. Medir la concordancia interobservador de las mediciones radiológicas de interés final realizadas.
2. Proponer mejoras en los modelos de predicción preoperatoria propuestos por Sánchez Morata en base a los resultados obtenidos.
3. Validar los puntos de corte de las variables ángulo crurofocal medial y espacio claro tibiofibular que optimicen el porcentaje de pacientes correctamente clasificados en base a las mismas.
4. Analizar los posibles cambios en la sensibilidad clínica al diagnóstico de la lesión sindesmal en nuestro medio a lo largo de los años de duración de este estudio, basados en el incremento de la producción científica al respecto de esta patología.

MATERIAL Y MÉTODOS

Material y métodos

Se diseñó un estudio prospectivo de precisión diagnóstica en base a las directrices de la Declaración STARD (*Standards for Reporting of Diagnostic Accuracy*) según su última actualización del año 2015 ^(94,95).

La Declaración de STARD se publicó por primera vez en 2003 con el objetivo de asistir en la integridad y transparencia de los estudios de precisión diagnóstica, estandarizar las directrices de comunicación, facilitar la identificación de sesgos potenciales y evaluar la aplicabilidad de los hallazgos reportados, así como la validez de las conclusiones y recomendaciones derivadas del estudio ⁽⁹⁴⁾. Esta declaración se actualizó en 2015 incorporando evidencia reciente relativa a las fuentes de sesgos y variabilidad en la comunicación de la precisión diagnóstica (Anexo I, STARD 2015) ⁽⁹⁵⁾.

1. Selección de pacientes e inclusión en el estudio

Se realizó un cálculo del tamaño muestral derivado de los resultados del estudio publicado por Sánchez-Morata ^(69,70) en base a los valores de la variable espacio claro tibiofibular (Figura 26), por tratarse de una variable validada en estudios previos y no de reciente descripción.

n	mean	sd
98	3.75	0.9
40	5.80	2.4

Figura 26. Descriptivo entre lesionados y no, para la variable TFCS de Sánchez-Morata

Nota: extraído de Sánchez-Morata E. *Estudio radiológico de la correlación del trazo de fractura del maléolo interno con*

la lesión sindesmal en fracturas de tobillo. Universidad Complutense de Madrid; 2015⁽⁶⁹⁾

Al tratarse de muestras grandes, se calcula una desviación estándar conjunta para cumplir el supuesto $\delta = \delta^*$ basada en la siguiente fórmula:

$$\Delta = Z_{\alpha/2} \cdot \sigma \sqrt{\frac{2}{n}} + Z_{\beta} \cdot \sigma \cdot \sqrt{\frac{2}{n}}$$

Con los datos de la Figura 26, se desea poder detectar 0,65 milímetros de diferencia entre los lesionados y no lesionados, con una potencia (β) de 0,8 y un nivel de significación (α) de 0,05 (Tabla 5), quedando así establecido un tamaño muestral mínimo de 169 pacientes.

Tabla 5. Cálculo del tamaño muestral para el estudio

Two-sample t test power calculation
n = 84.5687
delta = 0.65
sd = 1.5
sig.level = 0.05
power = 0.8
alternative = two.sided

Nota: elaboración propia

Se diseñó un protocolo para la inclusión de los pacientes con inicio en enero de 2016. Se incluyeron de forma consecutiva todos los pacientes adultos (mayores de 16 años) intervenidos por fractura de tobillo con afectación del maléolo medial en el Hospital Universitario 12 de Octubre de Madrid, que aceptaron su participación en el estudio.

En base al protocolo se estableció que todos los pacientes que cumplieran los criterios de inclusión serían informados por la investigadora principal o algún colaborador de las características del estudio, recibirían una hoja de información con todos los detalles de interés (Anexo II) y su conformidad quedaría reflejada mediante la firma de un documento de consentimiento informado, que especificaba de forma clara la voluntariedad de la participación y la posibilidad de finalización prematura.

A pesar de que el diseño del estudio no contemplaba ninguna actuación diagnóstica o terapéutica adicional que se desviara del protocolo habitual, en esta primera fase del estudio se solicitó la aprobación del Comité de Ética, que resolvió favorablemente (código 16/048) con fecha 25 de febrero de 2016 (Anexo III).

El período de reclutamiento de pacientes comenzó en enero de 2016 y finalizó en diciembre de 2018 con un total de 205 pacientes que cumplieron los criterios de inclusión y aceptaron su participación en el estudio. Finalmente quedaron 172 pacientes a estudio (Tabla 6), tras aplicar los criterios de exclusión, con el diagrama de flujo reflejado en la figura 27.

Tabla 6. Pacientes reclutados y pacientes incluidos finalmente a estudio

	2016	2017	2018	Total
Pacientes reclutados	66	63	76	205
Pacientes con participación final en el estudio	52	50	70	172

Nota: elaboración propia

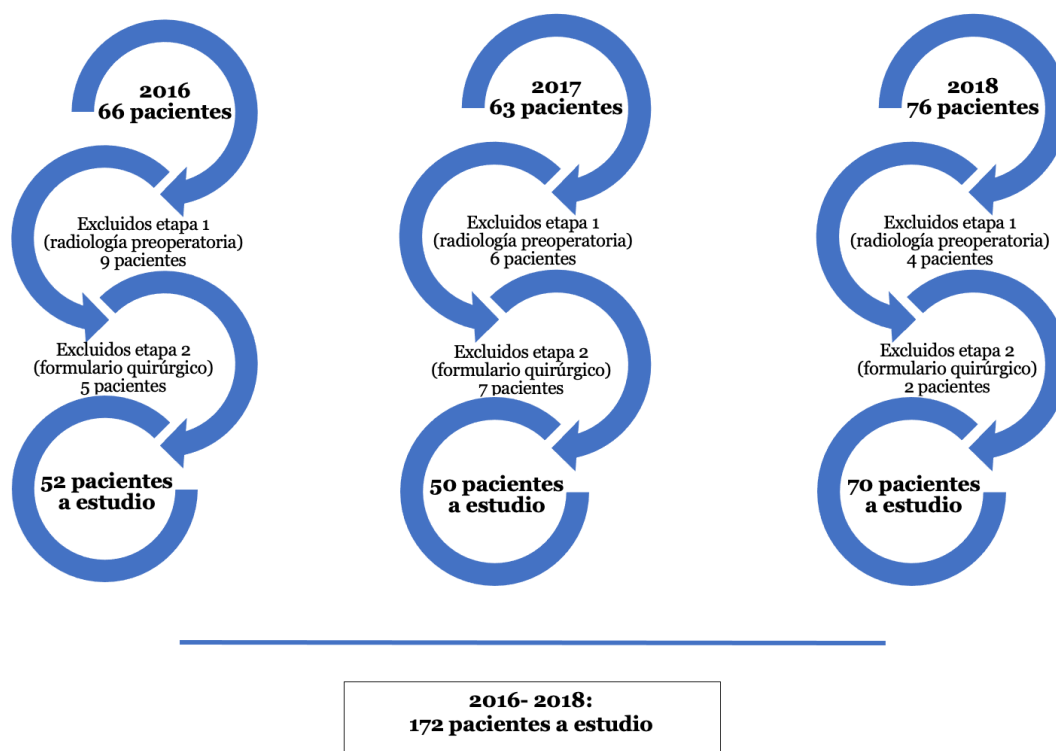


Figura 27. Diagrama de flujo de los participantes en el estudio

Nota: elaboración propia

2. Recogida de datos preoperatoria

Tras la inclusión administrativa de cada paciente en el estudio, la investigadora principal recogió los datos demográficos básicos y radiológicos que se detallan en la Tabla 7.

Tabla 7. Listado de elementos recogidos en el preoperatorio

Listado elementos recogidos en preoperatorio	
Número caso	Número maléolos
Número historia	Ángulo crurofocal medial
Iniciales	Ángulo talocrural
Sexo	Espacio clarotibiofibular
Fecha nacimiento	Línea de Shenton
Fecha lesión	Espacio claromedial
Tipo lesión Lauge Hansen	

Nota: elaboración propia

La medición de los parámetros radiológicos a estudio se realizó de forma independiente por la investigadora principal (observador junior -OJ-) y un colaborador de mayor experiencia (observador senior -OS-) en base a lo detallado en el formulario de recogida de datos (Anexo IV).

Estas mediciones se realizaron en todos los casos en las radiografías de tobillo de la atención en urgencias, previas a la intervención quirúrgica, para la posterior validación de los modelos de predicción preoperatoria de lesión sindesmal (Figura 28).

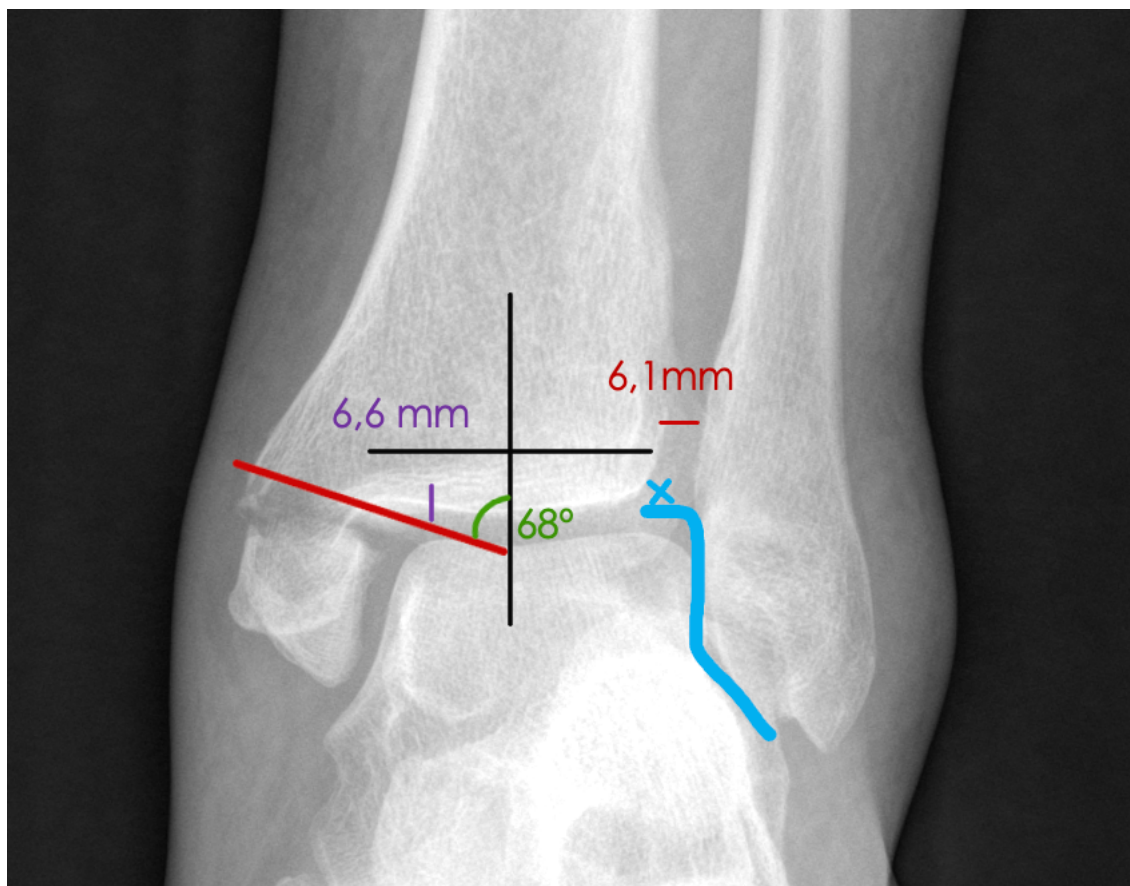


Figura 28. Representación esquemática de las mediciones radiológicas de un caso

Nota: elaboración propia. Ángulo crurofocal medial (en verde), espacio claromedial (en morado), espacio claro tibiofibular (en rojo), línea de Shenton (en azul)

Se excluyeron en esta etapa aquellos pacientes en los que no era posible realizar las mediciones de al menos el ángulo crurofocal medial y el espacio claro tibiofibular en las radiografías preoperatorias, generalmente por ausencia de la proyección adecuada o por extremadamente mala calidad de las mismas.

3. Diagnóstico de certeza de la lesión sindesmal (gold-standard) e inclusión definitiva en el estudio

El diagnóstico de certeza definitivo de la presencia/ausencia de lesión sindesmal se realizó en base a los hallazgos intraoperatorios.

Para ello se solicitó la colaboración del equipo quirúrgico (cirujano principal o ayudante) para su valoración, entregándoles un formulario que debían rellenar tras la cirugía o, en su defecto, dejar reflejado de forma explícita en el protocolo quirúrgico de cada caso (Anexo V).

Se consideró como lesión sindesmal confirmada los casos con pruebas de estrés intraoperatoria positivas, la evidencia de lesión de LTFAI o LTFPI o la necesidad de implantación de dispositivos de reparación sindesmal (tornillos, fijación dinámica, arpones, etcétera).

Se excluyeron en esta etapa aquellos pacientes en los que no se consiguió el formulario postquirúrgico o estaba incompleto.

4. Análisis estadístico y validación de modelos

Se empleó el software estadístico R (versión 3.6.1, GNU *General Public License*) para el procesamiento y análisis de la información obtenida.

Se utilizaron como medidas de resumen las medias de las variables continuas a estudio de los valores medios obtenidos por el observador junior y el observador senior. Se obtuvieron las frecuencias absolutas y/o porcentajes asociados a las variables categóricas de las determinaciones del observador senior.

Se realizó el análisis de la concordancia interobservador para variables continuas mediante la determinación del coeficiente de correlación intraclase (CCI). Para el análisis de la concordancia interobservador entre las variables categóricas se determinó el índice Kappa (κ).

La comparación de medias entre dos grupos se realizó mediante la prueba t de Student para muestras independientes, pudiendo asumir las condiciones de normalidad por el tamaño de la muestra. La comparación de medias entre varios grupos se realizó

mediante el análisis de la varianza. La asociación entre variables categóricas se realizó mediante la prueba de χ^2 con corrección de Bonferroni en casos de comparaciones múltiples.

Se realizó la validación estadística de los modelos de predicción basados en la regresión logística y la regla clínica ad hoc, probados mediante validación cruzada de los estudios de Sánchez-Morata ^(69,70) y proponiendo ajustes que mejoren su rendimiento en base a la muestra actual.

Se estableció el punto de corte $p < 0,05$ como límite de la significación estadística. El procesamiento de los datos faltantes, al tratarse de datos completamente aleatorios (*MCAR: Missing Completely at Random*), se realizó mediante imputación simple aleatoria RBNNHD-Hot Deck (*Regression-based Nearest Neighbour Hot Decking*).

5. Fuentes de financiación

Este estudio no ha recibido ayudas específicas provenientes de agencias del sector público, privado o entidades sin ánimo de lucro.

RESULTADOS

Resultados

1. Análisis de las variables demográficas y preoperatorias

El resumen del análisis de las variables demográficas y preoperatorias se detalla en la Tabla 8, desglosado por años.

Tabla 8. Variables demográficas y preoperatorias por año de reclutamiento

	2016 N= 52		2017 N=50		2018 N=70		p
	\bar{x} /SD	(%)	\bar{x} /SD	(%)	\bar{x} /SD	(%)	
Edad	54 a/16,7		56 a/18		54,5 a/21,2		0,140
Sexo	34,6% ♂ /65,4% ♀		44,9% ♂ /55,1% ♀		36,8% ♂ /63,2% ♀		0,798
Edad media varones	47 a/13,1	p<0,01	46 a / 16,1	p<0,01	51 a/20,3	p=0,23	0,231
Edad media mujeres	57a/17,6		64 a/ 15,1		55 a/22,4		0,172
Clasificación de Lauge Hansen							
Supinación – rotación externa (SER)		51,9%		63,3%		55,7%	
Supinación – aducción (SA)		7,7%		6,1%		1,4%	
Pronación – abducción (PA)		17,3%		12,2%		15,7%	
Pronación – rotación externa (PER)		23,1%		18,4%		27,1%	
							0,495
Número de maléolos							
Unimaleolar		1,9%		6,1%		7,1%	
Bimaleolar		36,5%		36,7%		28,6%	
Trimaleolar		61,5%		57,1%		64,3%	
							0,724

	2016 N= 52	2017 N=50	2018 N=70	p
Radiología preoperatoria				
Ángulo crurofocal medial	74,3º/ 23,2	77º / 22,2	78,2º/ 20,9	0,790
Ángulo talocrural	84,6º/ 7,7	87,7º/ 8,3	84,8º/ 6,8	0,206
Espacio claromedial	7,1mm/ 4,5	7,3mm/ 4,1	6,4mm/ 3,5	0,769
Espacio clarotibiofibular	5 mm/ 1,5	4,9mm/ 2,6	4,8mm/ 2	0,446
Línea Shenton (discontinua)	78,5%	85,4%	94,3%	0,613
Lesión sindesmal				
Presente	36,5%	38,8%	61,4%	0,043

Nota: elaboración propia

La edad media de los pacientes a estudio fue de 54,7 años en el momento de la lesión sin objetivarse diferencias significativas en relación con el año de reclutamiento.

La proporción de varones/mujeres en el total de muestra fue de un 39,5%/60,5%, manteniéndose constante esta distribución, siendo la edad media de los varones de 48,8 años y la de las mujeres de 58,5 años. Tanto la edad media de los varones como la edad media de las mujeres no experimentó diferencias significativas en ninguno de los tres periodos, si bien la edad media de las mujeres fue significativamente mayor que la de los hombres en los años 2016 y 2017 ($p < 0,01$).

En cuanto al tipo de fractura, mayoritariamente nos encontramos con fracturas tri-maleolares (61,6%) sin diferencias significativas entre periodos.

En relación a la clasificación de Lauge-Hansen, los dos tipos más frecuentes en todos los periodos fueron las producidas por supinación-rotación externa (56,4%) seguidas por las producidas por pronación-rotación externa (22,1%), sin diferencias en la distribución por años.

Las variables radiológicas preoperatorias a estudio (ángulo crurofocal medial, ángulo talocrural, espacio claro tibiofibular, espacio claro medial y línea de Shenton) se mantuvieron constantes en los tres periodos.

En cuanto a la presencia de lesión sindesmal en la muestra, se objetivó un incremento significativo del porcentaje de lesionados en el último periodo, siendo de un 36,5% en 2016, un 38,8% en 2017 y un 61,4% en 2018 ($p = 0,04$).

El estudio de las variables demográficas y preoperatorias en base a la presencia o ausencia de lesión sindesmal se encuentra detallado en la Tabla 9.

Tabla 9. Variables demográficas y preoperatorias totales y por presencia/ausencia de lesión

	2016-2018 N= 172		Con lesión sindesmal N=82		Sin lesión sindesmal N=90		p
	\bar{x} /SD	(%)	\bar{x} /SD	(%)	\bar{x} /SD	(%)	
Edad	54,7/19,1		48,2/18,3		60,5/18		<0,01
Sexo	39,5% ♂ /60,5% ♀		48,8% ♂ /51,2% ♀		31,1% ♂ /68,9% ♀		0,018
Edad media varones	48,8/17,1	p <0,01	46,5/17,8	p 0,205	52,1/15,9	p <0,01	0,097
Edad media mujeres	58,5/19,2		49,9/18,8		64,3/17,6		<0,01
Clasificación de Lauge Hansen							
Supinación – rotación externa (SER)		56,4%		40,2%		71,1%	
Supinación – aducción (SA)		4,7%				8,9%	
Pronación – abducción (PA)		16,8%		13,4%		20%	
Pronación – rotación externa (PER)		22,1%		46,3%			
							<0,01
Número de maléolos							
Unimaleolar		5,2%		7,5%		3,4%	
Bimaleolar		33,2%		35%		31,8%	

	2016-2018 N= 172	Con lesión sindesmal N=82	Sin lesión sindesmal N=90	p
Trimaleolar	61,6%	57,5%	64,8%	0,463
Radiología preoperatoria				
Ángulo crurofocal medial	76,3º/22,9	82,1º/29,9	71,1º/24	<0,01
Ángulo talocrural	85,7º/7,6	85,8º/7,4	85,4º/7,8	0,365
Espacio claromedial	6,9mm/4	6,8mm/3,6	6,9mm/4,4	0,375
Espacio clarotibiofibular	4,9mm/2,1	5,7mm/2,5	4,2mm/1,2	<0,01
Línea Shenton (discontinua)	89,5%	94,7%	85,6%	0,056

Nota: elaboración propia

La edad media de los pacientes con lesión sindesmal fue significativamente menor (48,2 años vs 60,5 años) que la de los pacientes sin lesión ($p < 0,01$). Y, a su vez, el porcentaje de mujeres fue mayor (68,9% vs 51,2%) en el grupo de pacientes sin evidencia de lesión sindesmal ($p=0,018$).

Se hallaron igualmente diferencias en la distribución según la clasificación de Lauge-Hansen entre los grupos de lesión sindesmal presente/ausente ($p < 0,01$).

En cuanto a las variables radiológicas preoperatorias a estudio no se encontraron diferencias significativas entre grupos a excepción de las medidas del ángulo crurofocal medial (82,1° con lesión sindesmal y 72,1° sin lesión sindesmal, $p < 0,01$) y del espacio claro tibiofibular (5,7 mm con lesión sindesmal y 4,2 mm sin lesión sindesmal, $p < 0,01$).

La línea de Shenton se describió como discontinua en el 94,7% de los pacientes con lesión sindesmal frente al 85,6% de los pacientes sin lesión sindesmal, sin objetivarse diferencias estadísticamente significativas ($p=0,056$).

2. Validación del modelo de regresión logística y propuesta de mejora

La replicación del modelo de regresión logística incluyendo las variables que en los trabajos de Sánchez-Morata ^(69,70) resultaron idóneas para la clasificación (ángulo crurofocal, espacio claro tibiofibular y tipo de lesión según clasificación de Lauge-Hansen) arrojó los resultados reflejados en la figura 29.

	Estimate	Std. Error	z value	Pr(> z)
(Intercept)	-4.054	1.006	-4.029	0.000
Acrurofmedial	0.029	0.010	2.760	0.006
EclaroTF	0.290	0.118	2.451	0.014
TlesionLHPER	19.894	1530.135	0.013	0.990
TlesionLHPA	-17.607	3189.010	-0.006	0.996
TlesionLHSER	-0.239	0.452	-0.528	0.597

Figura 29. Estimadores obtenidos mediante el método de máxima verosimilitud asociados a la aplicación del modelo logístico de Sánchez-Morata en nuestra muestra

Nota: extraído de Sánchez-Morata E. *Estudio radiológico de la correlación del trazo de fractura del maléolo interno con*

la lesión sindesmal en fracturas de tobillo. Universidad Complutense de Madrid; 2015⁽⁶⁹⁾

Los estimadores máximo verosímiles obtenidos y representados en la figura 34 dejan fuera del modelo propuesto el tipo de lesión según la clasificación de Lauge-Hansen constituyéndose dicho modelo, por tanto, exclusivamente por el ángulo crurofocal medial y el espacio claro tibiofibular. Las odds ratio (OR) e intervalos de confianza asociadas al mismo se representan en la figura 30. La curva ROC que representa la capacidad discriminante del modelo se muestra en la figura 31, mostrando un área bajo la curva (AUC) de 0,85 (Intervalo de confianza al 95% -IC95%-: 0,83-0,87). La capacidad discriminante del modelo se considera buena (AUC > 0,75) y comparable a la capacidad discriminante del modelo de referencia en base a sus IC95%: 0,83-0,87 (muestra actual) vs 0,87-0,89 (referencia).

	OR	2.5 %	97.5 %
(Intercept)	0.017	0.002	0.113
Acrurofmedial	1.029	1.009	1.051
EclaroTF	1.337	1.069	1.706

Figura 30. Odds ratio e intervalos de confianza del modelo logístico de Sánchez-Morata sin modificaciones aplicado a la muestra

Nota: extraído de Sánchez-Morata E. *Estudio radiológico de la correlación del trazo de fractura del maléolo interno con la lesión sindesmal en fracturas de tobillo*. Universidad Complutense de Madrid; 2015⁽⁶⁹⁾

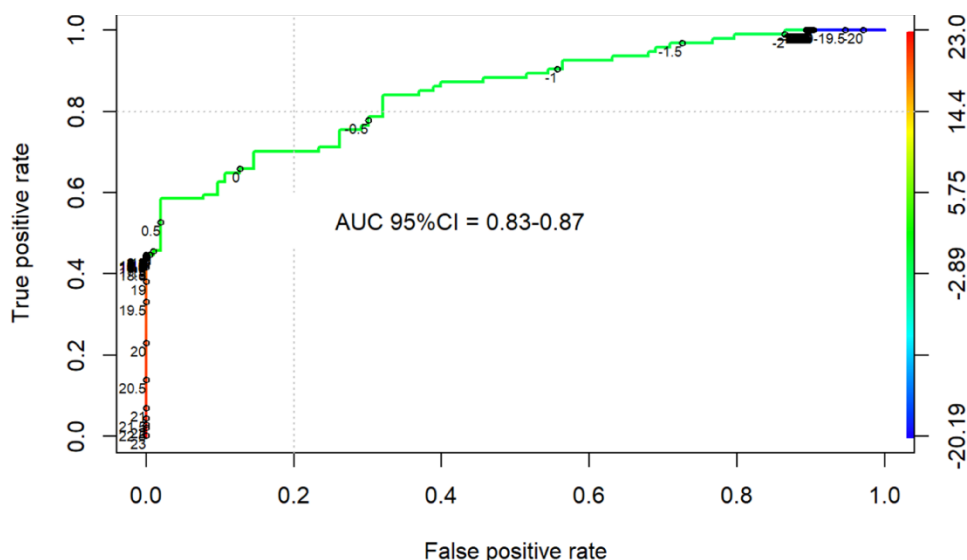


Figura 31. Curva ROC asociada al modelo logístico de Sánchez-Morata sin modificaciones aplicado a la muestra

Nota: extraído de Sánchez-Morata E. *Estudio radiológico de la correlación del trazo de fractura del maléolo interno con la lesión sindesmal en fracturas de tobillo*. Universidad Complutense de Madrid; 2015⁽⁶⁹⁾

Se planteó una mejora del modelo para la predicción de la variable lesión sindesmal sí/no añadiendo la variable *Edad* en base a los resultados de la estadística bivariante detallada en el apartado previo. Dicha propuesta arrojó los estimadores reflejados en la figura 32. Las odds ratio (OR) asociadas a esta modificación del modelo se recogen en la figura 33, objetivando el papel de la edad con $OR < 1$.

	Estimate	Std. Error	z value	Pr(> z)
(Intercept)	-3.848	1.688	-2.279	0.023
Acrurofmedial	0.030	0.013	2.323	0.020
EclaroTF	0.424	0.160	2.645	0.008
TlesionLHPER	19.646	1475.622	0.013	0.989
TlesionLHPA	-18.425	3385.125	-0.005	0.996
TlesionLHSER	-0.850	0.544	-1.562	0.118
Edad	-0.027	0.013	-2.042	0.041

Figura 32. Estimadores obtenidos mediante el método de máxima verosimilitud asociados a la propuesta de mejora del modelo de regresión logística

Nota: elaboración propia

	OR	2.5 %	97.5 %
(Intercept)	0.021	0.001	0.512
Acrurofmedial	1.030	1.006	1.058
EclaroTF	1.528	1.140	2.145
Edad	0.974	0.948	0.998

Figura 33. Odds ratio e intervalos de confianza asociados a la propuesta de mejora del modelo de regresión logística

Nota: elaboración propia

La curva ROC para la representación de la capacidad discriminante del modelo se muestra en la figura 34, presentando un AUC de 0,9 (IC95%: 0,89-0,91). Este modelo presentaría una capacidad discriminante muy buena ($AUC \geq 0,9$), discretamente superior al previo aunque comparable en base a sus IC95%: 0,89-0,91 (muestra actual) vs 0,87-0,89 (referencia).

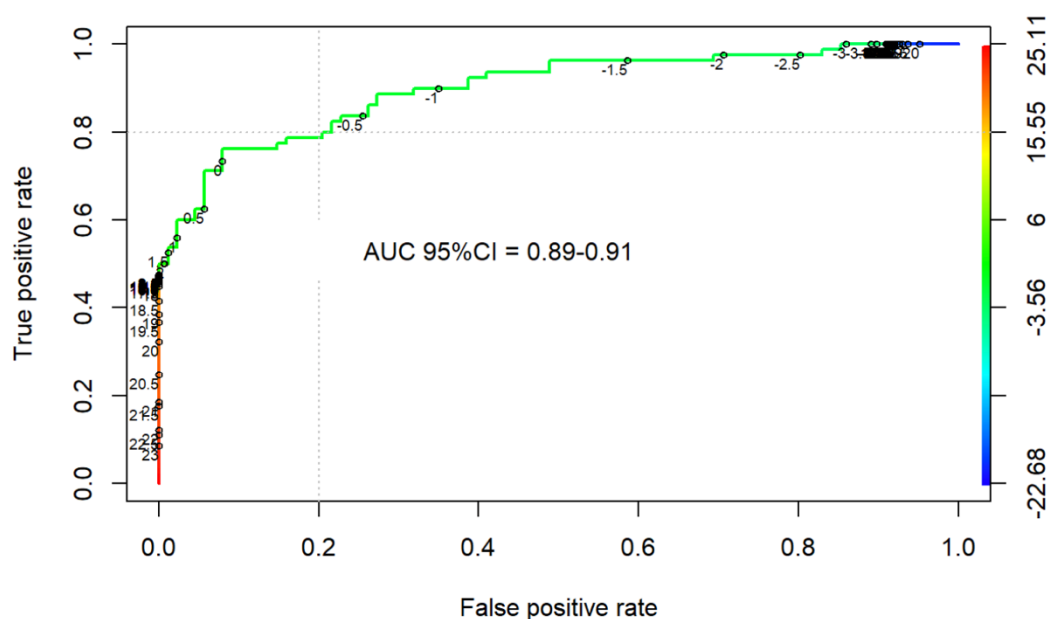


Figura 34. Curva ROC asociada a la propuesta de mejora del modelo de regresión logística

Nota: elaboración propia

3. Validación de la regla clínica *ad hoc*

La regla clínica *ad hoc* planteada en estudios previos definió como lesión sindesmal la combinación de valores del ángulo crurofocal medial por encima de 65° y del espacio claro tibiofibular por encima de 5mm, obteniendo una media de pacientes correctamente clasificados del 86%.

Su representación gráfica aplicada a los resultados de esta muestra se encuentra en la figura 35. La valoración del cambio en la precisión diagnóstica de esta regla *ad hoc* aplicada a la muestra se detalla en la figura 36 que muestra la combinación óptima del ángulo crurofocal medial y el espacio claro tibiofibular que maximiza el porcentaje de pacientes correctamente clasificados según la misma. En ella observamos que el par de valores que se determinó como punto óptimo de corte se sigue situando en los ángulos crurofocales por encima de 65° y espacio claro tibiofibular por encima de 5 milímetros, sin embargo el porcentaje de pacientes correctamente clasificados en base a únicamente estas dos medidas fue del 0,67 (67%) con una desviación estándar de 0,04.

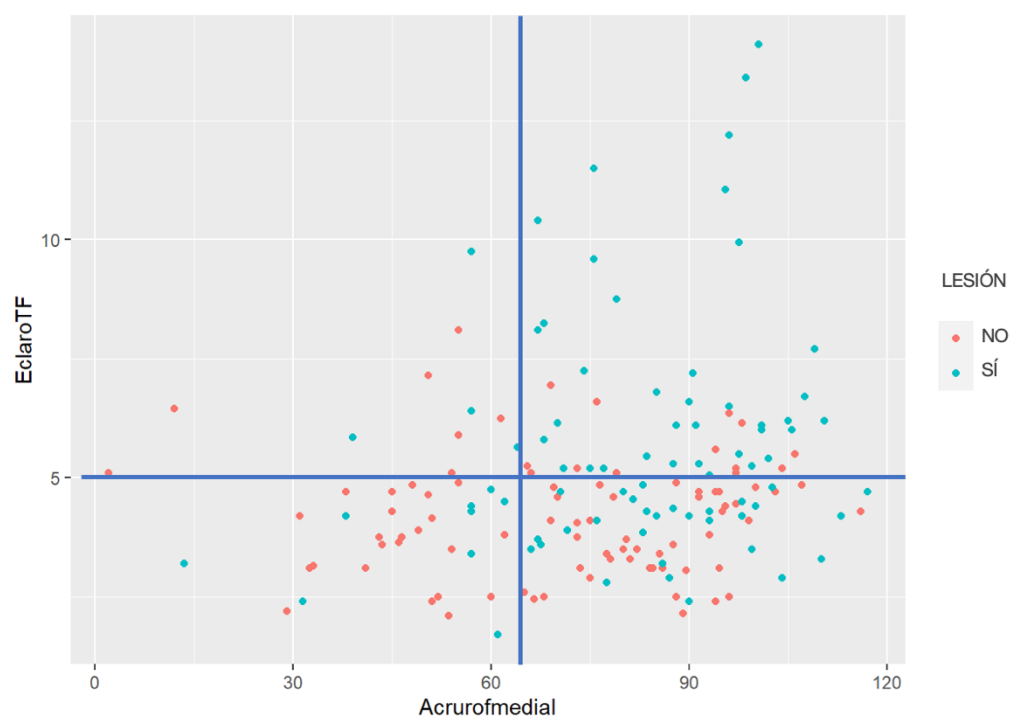


Figura 35. Representación gráfica de la aplicación de la regla clínica ad hoc aplicada a la muestra

Nota: elaboración propia

	50	55	60	65	70	75	80
3	0.59	0.62	0.61	0.60	0.59	0.59	0.60
3.5	0.63	0.66	0.65	0.65	0.64	0.63	0.62
4	0.64	0.67	0.66	0.65	0.65	0.65	0.64
4.5	0.63	0.65	0.65	0.64	0.64	0.63	0.62
5	0.65	0.67	0.67	0.67	0.66	0.65	0.63
5.5	0.65	0.65	0.65	0.65	0.64	0.62	0.61
6	0.65	0.65	0.65	0.65	0.64	0.63	0.62

Figura 36. Pares de precisión diagnóstica de la regla clínica *ad hoc* aplicada a la muestra

Nota: elaboración propia

4. Fiabilidad interobservador de las variables a estudio

Se evaluó la fiabilidad interobservador (observador senior y observador junior) de todas las variables a estudio.

Los coeficientes de correlación intraclass (CCI) para las variables continuas estudiadas (con especial relevancia, el ángulo crurofocal medial y el espacio claro tibiofibular) están representados en la figura 37.

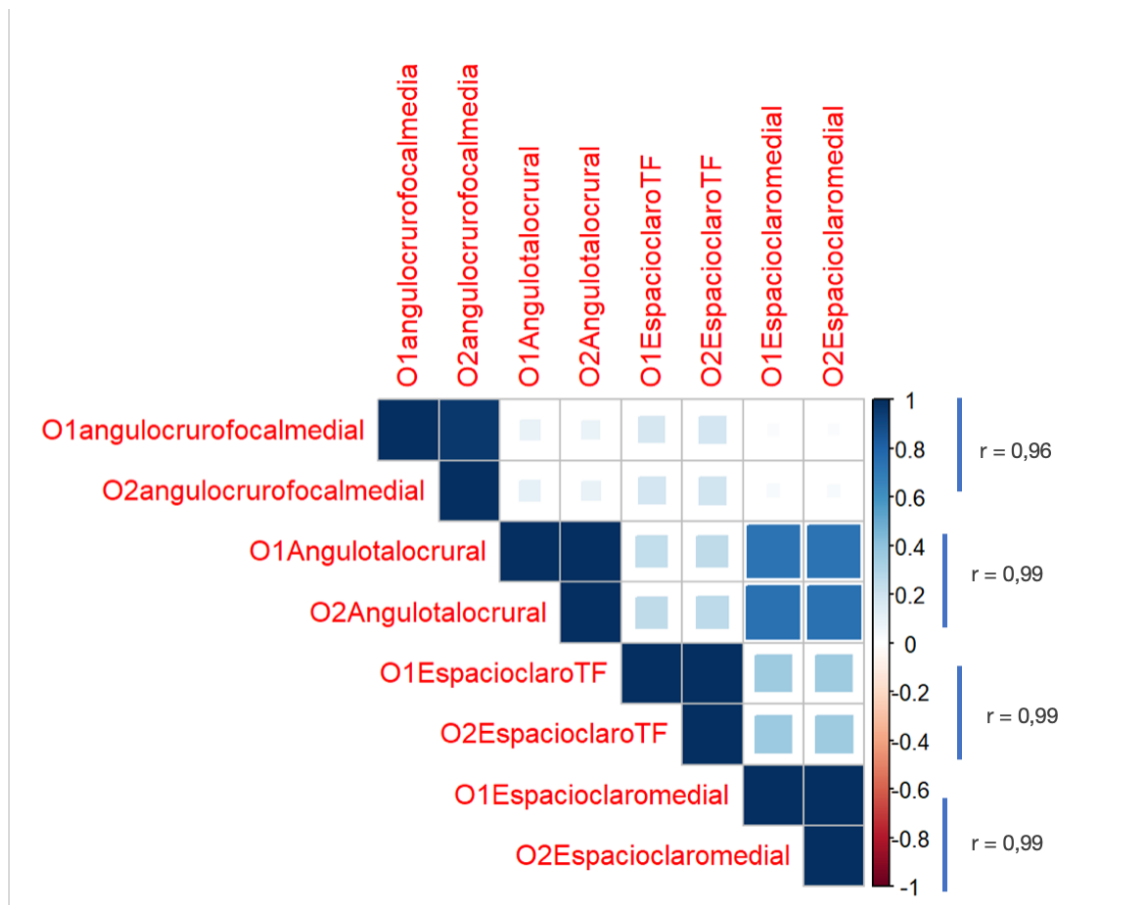


Figura 37. Fiabilidad interobservador de las variables continuas

Nota: elaboración propia

Los coeficientes de correlación intraclass obtenidos son de 0,96 para la medida del ángulo crurofocal medial y de 0,99 para el espacio claro tibiofibular, clasificando la fiabilidad interobservador para dichas variables como muy buena (CCI > 0,75)

Para la valoración de la fiabilidad interobservador de las variables categóricas se determinaron los índices Kappa, recogidos en la Tabla 10.

Tabla 10. Fiabilidad interobservador de las variables categóricas

	Índice Kappa	IC95%
Tipo de lesión Lauge-Hansen	0,92	0,87- 0,97
Número de maléolos	0,98	0,95- 1
Línea de Shenton	0,73	0,58- 0,79

Nota: elaboración propia

El índice Kappa asociado al tipo de lesión de Lauge-Hansen (0,92) y al número de maléolos (0,98) se interpreta como un grado de concordancia excelente ($\kappa > 0,81$).

Por su parte, el índice de Kappa asociado a la línea de Shenton (0,73) establece un grado de concordancia bueno ($\kappa > 0,61$).

DISCUSIÓN

Discusión

1. Diagnóstico preoperatorio de la lesión sindesmal

En la actualidad, el diagnóstico preoperatorio de la lesión sindesmal asociada a una fractura de tobillo continúa siendo un reto clínico en la práctica diaria. A su vez, la importancia de su correcta identificación y tratamiento para minimizar sus secuelas potenciales se está popularizando en los últimos años ^(96,97). Por ello, cualquier avance que ayude a simplificar el diagnóstico preoperatorio de estas lesiones es de especial interés ⁽⁷⁰⁾.

En base a estas premisas se diseñó este estudio prospectivo, que ayudaría a validar una propuesta de diagnóstico preoperatorio de lesión sindesmal en fracturas de tobillo basada exclusivamente en la radiología preoperatoria, lo que supone un método accesible en todos los medios y, por tanto, fácilmente generalizable ⁽⁶⁹⁾.

Si bien se escapa al objetivo primario de este trabajo, es importante mencionar en este punto algunas de las secuelas potenciales de la ausencia de un diagnóstico y tratamiento adecuados de las lesiones sindesmales.

En una serie de 45 pacientes con fractura de tobillo con afectación de maléolo posterior tratados quirúrgicamente sin reducción directa entre los años 2012 y 2017 y con al menos un año de seguimiento, Abarquero y cols. identificaron una evolución a artrosis radiológica en el 18% de los mismos en una media de tiempo de 33 meses tras la lesión. Además, estos pacientes asociaban puntuaciones por debajo de la media en población sana en las escalas de salud general, como SF-36 ⁽⁹⁸⁾.

Por otra parte, en un estudio para identificar la etiología de la artrosis postraumática de tobillo, Horisberger y cols. identificaron como origen de la misma las fracturas maleolares en el 53,2% de los casos de una serie de 141 pacientes ⁽⁹⁷⁾.

Una revisión sistemática para la valoración del estado de salud y la calidad de vida relacionada con la salud tras sufrir una fractura de tobillo identificó una disminución generalizada de la puntuación en la escala SF-36 comparada con población sana a los dos años tras una fractura de tobillo. Al comparar aquellos pacientes con fracturas maleolares aisladas con aquellos que asociaron además lesión sindesmal se identificó peor puntuación en estado general de salud después de un año, aunque una adecuada reducción sindesmal y fijación se relacionó con mejores puntuaciones en términos de situación general y calidad de vida ^(3,99,100).

Para abordar de forma más eficiente el diagnóstico preoperatorio de estas lesiones se han propuesto varias estrategias que se discutirán por orden de menor a mayor complejidad; desde las más habituales, que constituyen la base de este estudio (como los sistemas de clasificación y la obtención de parámetros derivados de la radiología simple), hasta los más avanzados (como obtención de imágenes de TC en carga), que se discutirán en último término como propuesta de mejora a futuro.

Los sistemas de clasificación de las fracturas tienen como objetivo principal facilitar la comunicación entre profesionales y, en la medida de lo posible, orientar el tratamiento.

En el contexto de las fracturas de tobillo, el sistema de clasificación AO-ASIF, basado en la clasificación clásica de Denis-Weber, tiene un planteamiento fundamentalmente descriptivo ^(41,101).

La clasificación de Lauge-Hansen se diseñó con el objetivo de orientar la secuencia de actuación para la reducción cerrada de las fracturas de tobillo en una época en la que el tratamiento era predominantemente ortopédico, lo que la dota de una capacidad añadida de valoración integral de la lesión con especial relevancia a las lesiones ligamentosas asociadas que puede presentar ⁽⁴²⁾. Se basa en el mecanismo lesional y se considera que hasta el 98,8% de las fracturas son clasificables en base a este sistema ⁽⁴⁹⁾. El sistema de clasificación de Lauge-Hansen se compone de dos descriptores: la

posición del pie en el momento de la lesión (supinación o pronación) y la dirección de la fuerza deformante (abducción, aducción o rotación externa) generando de esta forma 4 categorías principales que a su vez se dividen en 13 subgrupos ^(48,101).

La crítica clásica a este sistema de clasificación ha sido la variabilidad interobservador, una característica común a todos aquellos métodos que exigen interpretación por parte del observador. Nielsen y cols. comunicaron una variabilidad interobservador del 68% para los 4 tipos principales con una variabilidad intraobservador del 95% ⁽⁴⁷⁾. En un estudio más reciente, Briet y cols. reportaron una variabilidad interobservador para la clasificación de Lauge-Hansen del 45% entre expertos, que descendía al 16% para observadores con poca experiencia ⁽¹⁰¹⁾. La tabla 11 muestra la comparación en la variabilidad interobservador para la clasificación de Lauge-Hansen entre los estudios descritos y nuestra muestra.

Tabla 11. Variabilidad interobservador para la clasificación de Lauge Hansen (índice Kappa)

	Variabilidad interobservador – Lauge Hansen
Nielsen y cols. ⁽⁴⁷⁾	68%
Briet y cols. ⁽¹⁰²⁾	16%-45%
Estudio actual	92%

Nota: elaboración propia

El trabajo de Briet y cols., que compara la capacidad de interpretar y clasificar las fracturas de tobillo en base a la clasificación de Lauge-Hansen entre 3 grupos de observadores con diferentes niveles de experiencia y subespecialización específica, arroja varias conclusiones a este respecto. En primer lugar, pone de manifiesto las dificultades potenciales derivadas de generalizar un sistema de estas características como método diagnóstico, ya sea como método único o como parte de un modelo de predicción más complejo. Por otra parte, justificaría los hallazgos en términos de alta concordancia interobservador para la clasificación de Lauge-Hansen en esta muestra, ya que los valores más altos aparecen entre profesionales con dedicación más específica a la patología asociados en este caso además a un probable “efecto-escuela” ⁽¹⁰¹⁾.

Las mediciones en la radiología simple de las diferentes referencias anatómicas constituirían el siguiente escalón de complejidad ^(67,72), aunque aún accesible a todos los niveles por tratarse de una exploración básica en el abordaje de estas lesiones en

cualquier medio. Requiere la obtención de unas proyecciones radiológicas adecuadas (AP, mortaja y lateral), lo que no supone un problema generalmente; y un observador entrenado en la anatomía radiológica de la zona y las mediciones a realizar.

En nuestra muestra, la ausencia de unas proyecciones radiológicas adecuadas para la obtención de las mediciones radiológicas supuso la pérdida en la inclusión final a estudio de un 9,3% de los pacientes y se dio generalmente en el contexto de traumatismos de alta energía y con otras lesiones asociadas, fundamentalmente.

En este caso es de especial interés la medida del ángulo crurofocal medial, por ser de reciente descripción y un parámetro central en la validación de los modelos de predicción sindesmal objetivo de este estudio. La concordancia interobservador del mismo se sitúa en este estudio en el 96% (Tabla 12) situándose la referencia en el trabajo original de Sánchez-Morata en el 89% ⁽⁶⁹⁾.

Tabla 12. Variabilidad interobservador para el ángulo crurofocal medial (CCI).

Variabilidad interobservador – Ángulo crurofocal medial	
Sánchez-Morata. ⁽⁶⁹⁾	89%
Estudio actual	96%

Nota: elaboración propia

El resto de medidas no han demostrado una consistencia adecuada en los diferentes estudios que sirvan para defender su uso sistemático, salvo el espacio claro tibiofibular que, incluso salvando las variantes anatómicas en la morfología de la ATFD, mantiene cierta consistencia y se ve menos afectado por variaciones en la proyección radiológica ^(20,26,67,71,72) y que constituye la segunda referencia en este estudio.

2. Diagnóstico intraoperatorio de la lesión sindesmal

En la actualidad el gold standard para el diagnóstico de la lesión sindesmal se basa en la evaluación anatómica y/o funcional intraoperatoria de las estructuras que componen la sindesmosis. La evaluación anatómica se realiza bajo visión directa de las estructuras lesionadas con especial interés en la evaluación artroscópica de las mismas (Figura 38).

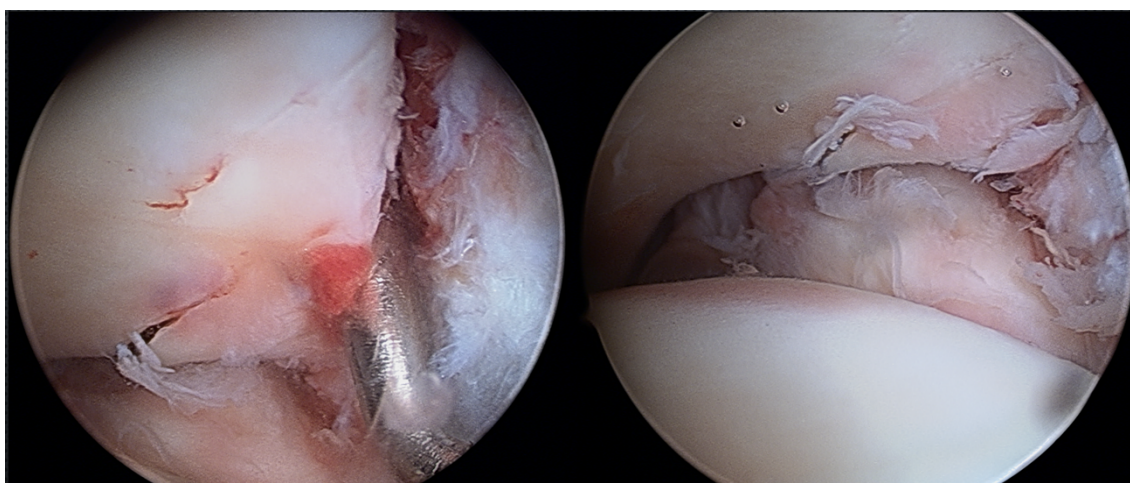


Figura 38. Lesión sindesmosis anterior bajo visualización directa artroscópica

Nota: elaboración propia

La evaluación artroscópica se ha demostrado capaz de detectar lesiones sindesmales latentes no evidentes en radiología simple y de estrés o TC ⁽⁵⁹⁾.

En cuanto a la valoración intraoperatoria de la reducción anatómica conseguida, Marmor y cols. demostraron en un estudio en cadáver que la capacidad de la fluoroscopia intraoperatoria la hora de detectar un acortamiento fibular o traslación posterior es buena pero la traslación lateral a nivel de la sindesmosis o la malrotación pueden pasar desapercibidas ^(73,102), precisando TC para su correcta caracterización.

Un estudio clínico llevado a cabo por Franke y cols. en 251 casos consecutivos con lesión sindesmal inestable que precisó tratamiento determinó que la fluoroscopia aislada es insuficiente hasta en el 32,7% de los casos, fundamentalmente en relación con una inadecuada reducción del peroné en la incisura, proponiendo igualmente su complementación con TC intraoperatorio ⁽¹⁰³⁾.

En cuanto a la valoración intraoperatoria bajo estrés, un estudio prospectivo realizado en 140 pacientes por Pakarinen y cols. evidenció una sensibilidad del 25% para el test de Cotton con una especificidad del 98% y una fiabilidad interobservador del 99%. En el caso de la prueba de estrés bajo rotación externa la sensibilidad fue del 58% y la especificidad del 96% con una fiabilidad interobservador del 98% ⁽⁹²⁾.

En base a estos resultados se puede concluir que a pesar de que la concordancia inter-observador es elevada para estos test, su sensibilidad puede ser insuficiente para detectar adecuadamente la inestabilidad sindesmal intraoperatoriamente.

3. Epidemiología de la muestra a estudio

En cuanto a los resultados obtenidos, la epidemiología de nuestra muestra es consistente con lo descrito en la bibliografía publicada hasta la fecha. Encontramos un predominio de mujeres con edad media por encima de los 50 años y en el caso de los varones una edad media por debajo de los 50 años ^(1,2,8).

La edad media de los individuos con lesión sindesmal fue significativamente menor que la edad media de los individuos sin lesión sindesmal documentada. Esto puede estar relacionado con el hecho de que hay determinados patrones de fractura, como la pronación-abducción, con menor incidencia descrita de lesión sindesmal y a su vez relacionadas con mayor frecuencia con hueso osteoporótico en contexto de traumatismo de baja energía ^(46,53). Por otra parte, los accidentes deportivos más frecuentes en varones jóvenes suelen relacionarse con mecanismos de más alta energía.

Además, esto puede encontrarse en relación con una característica propia de la muestra ya que la presencia de fractura de maléolo interno como criterio de inclusión condiciona el estadio de las fracturas de la clasificación de Lauge-Hansen que pueden ser incluidas en el mismo. Es decir, la muestra incluye cualquier estadio de los tipos pronación-abducción y pronación-rotación externas pero solo los estadios 2 y 4 de la supinación-aducción o supinación-rotación externa, respectivamente. En cualquier caso, aunque la estadística bivariante demuestra cierta relación directa entre la clasificación de Lauge-Hansen y la presencia/ausencia de lesión, la optimización del modelo de predicción en esta muestra deja fuera a la clasificación de Lauge-Hansen como componente del mismo.

En cuanto a la medida del ángulo crurofocal medial, los resultados evidencian que éste es mayor (o más horizontal) en aquellos pacientes con lesión sindesmal como sugerían los estudios iniciales de Sánchez-Morata ^(69,70).

4. Validación de los modelos de predicción preoperatoria

La validación del modelo de predicción basado en la regresión logística en la versión original, eliminando el componente de clasificación de Lauge-Hansen y en la versión adaptada a los resultados de la muestra, en el que se suma la edad con cierto factor protector (Figura 39) presentan una elevada sensibilidad y especificidad con unas áreas bajo la curva entre 0,83-0,91 (IC95%).

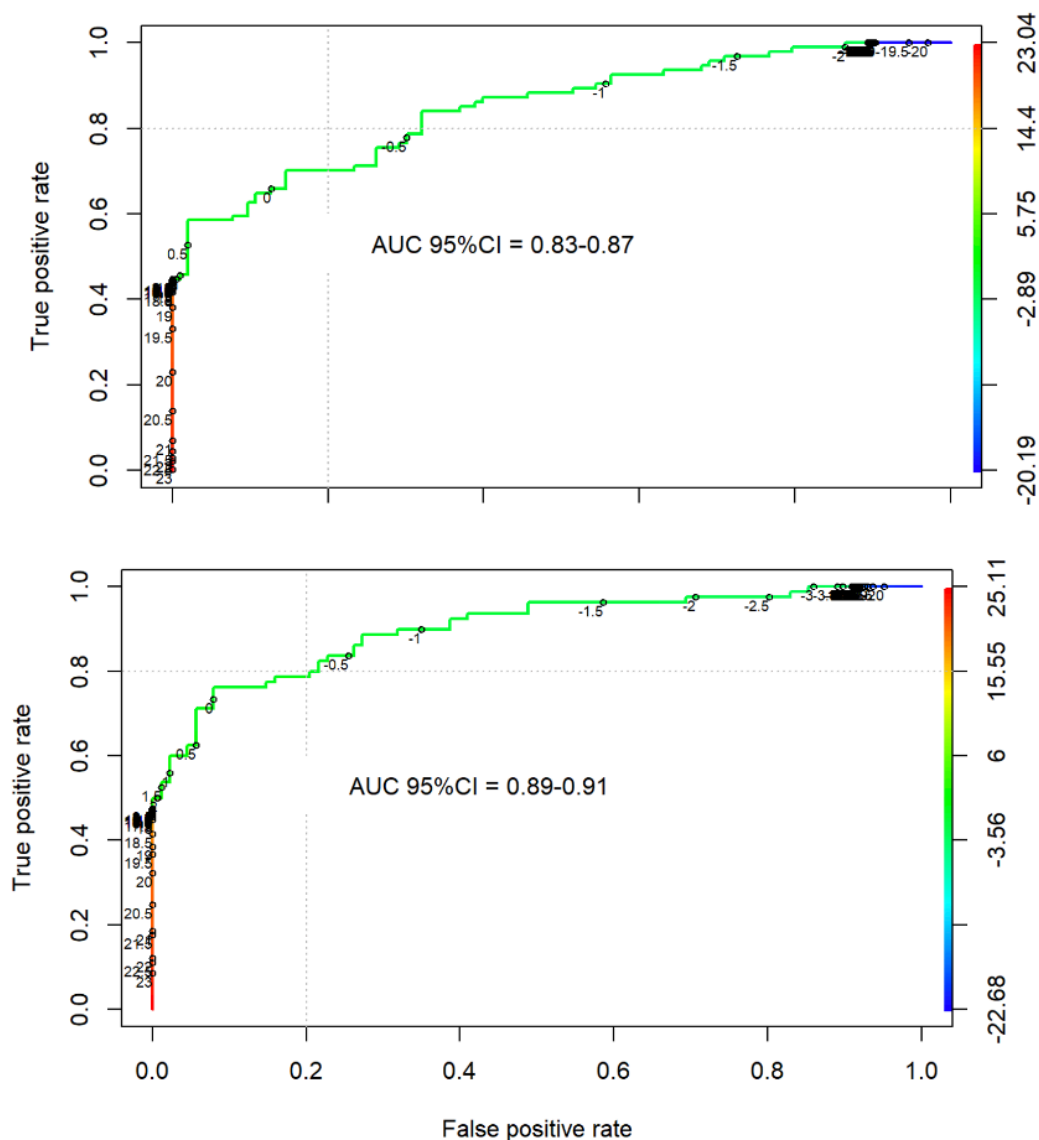


Figura 39. Curvas ROC asociadas a los modelos de predicción basados en regresión logística

Nota: elaboración propia

Las curvas ROC son una representación gráfica de la capacidad diagnóstica de una prueba en términos binarios (en este caso, lesión sindesmal sí/no), construyéndose mediante la contraposición de la tasa de verdaderos positivos contra la tasa de falsos positivos. Las pruebas con curvas ROC más cercanas al extremo superior izquierdo indican un mejor desempeño de la prueba en cuestión, mientras que cuanto más se acerca a los 45° es menos precisa. Para comparar diferentes pruebas, se debe comparar el área bajo la curva de cada una de ellas.

Al compararlas con la curva ROC del modelo de referencia⁽⁶⁹⁾ observamos que la capacidad predictiva mejora discretamente, si bien se pueden considerar equivalentes si prestamos atención a sus IC95%.

La validación de la regla clínica *ad hoc* que establecería un punto de corte de $> 65^\circ$ de ángulo crurofocal medial y > 5 mm de espacio claro tibiofibular para la correcta clasificación de hasta el 86% en base al estudio de referencia⁽⁶⁹⁾ no arroja resultados tan esperanzadores (Figura 40). En base a los datos de la muestra actual dicho punto de corte conseguiría clasificar correctamente al 67% de los pacientes sin poder identificarse otro punto de corte que mejorara dicho porcentaje.

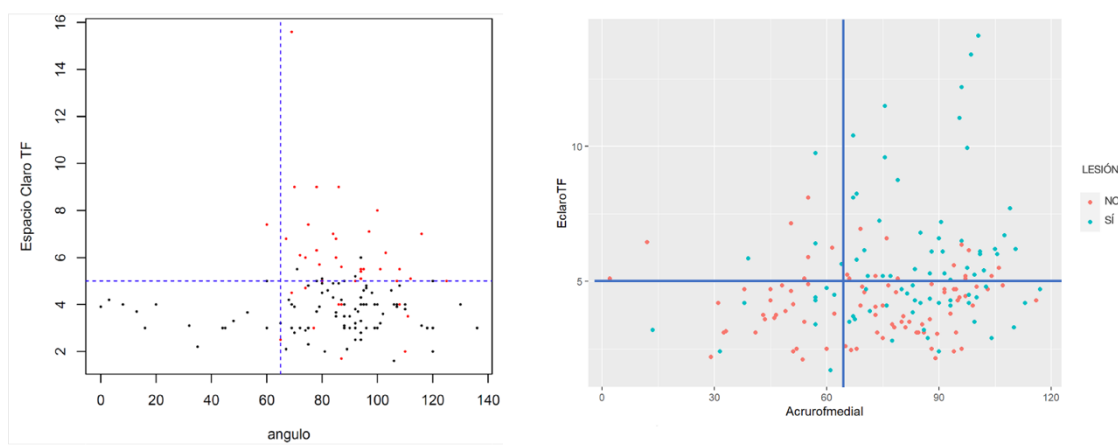


Figura 40. Comparación de la representación gráfica de la distribución de casos en base a la regla clínica *ad hoc* entre estudio de referencia (izquierda) y muestra actual (derecha)

Nota: elaboración propia

5. Aumento de la sensibilidad al diagnóstico de la lesión sindesmal

A la hora de valorar el incremento del porcentaje de diagnóstico de lesión sindesmal en el último periodo de nuestra muestra es interesante discutir qué determinantes pueden haberlo influido. Hay que tener en cuenta que el gold standard establecido en el diseño de este estudio para el diagnóstico de certeza de la lesión sindesmal era el criterio del cirujano tras su valoración intraoperatoria. El periodo de recogida de datos del estudio se prolongó durante 3 años (2016-2018, ambos incluidos) en los que las publicaciones y comunicaciones relativas a las lesiones de la sindesmosis, especialmente en lo relacionado con la fractura e importancia de la fractura del maléolo posterior, se incrementaron exponencialmente. Las publicaciones en PubMed para el término MeSH [*syndesmotic injury*] con el calificador o subencabezado [*syndesmotic injury*] en el año 2000 fueron 189, cifra que ascendió hasta 423 en el año 2020. Por su parte, las publicaciones en PubMed para el término MeSH [*syndesmotic injury*] con el calificador o subencabezado [*posterior malleolus*] fueron 14 en el año 2000, 28 en el año 2010 y 82 en el año 2020, lo que supone un incremento del 293% en la última década y del 586% desde el inicio del siglo XXI.

Estos datos nos permiten deducir que la sensibilidad al diagnóstico de las lesiones sindesmales ha podido aumentar de forma paralela al aumento del conocimiento y la difusión del mismo. Esta circunstancia se ve reflejada en los resultados de este estudio, en el que el porcentaje de lesiones sindesmales asociadas a las fracturas de tobillo incluidas en la muestra se incrementó del 36,5% en el año 2016 al 61,4% en el año 2018, suponiendo un incremento global del 168%. Si bien, sólo será posible discernir si en la actualidad nos encontramos inmersos en un periodo de sobrediagnóstico con el paso del tiempo.

6. Propuestas de futuro para el diagnóstico preoperatorio de la lesión sindesmal

En los últimos años, en algunos centros europeos se está extendiendo el estudio preoperatorio de las lesiones sindesmales mediante la obtención de imágenes en carga de tomografía computarizada de haz cónico (Figura 41). Esta modalidad de imagen

es una alternativa que tiene múltiples ventajas, incluida la posibilidad de obtener imágenes en bipedestación, con alta resolución y una radiación relativamente baja. Esta tecnología permite la obtención de imágenes del pie, tobillo y rodilla fundamentalmente. Una ventaja adicional es la generación automática de una reconstrucción digital de radiografías comparables a la radiología simple así como reconstrucciones en tres dimensiones ^(20,84) y se ha demostrado útil para el diagnóstico de lesiones sindesmales sutiles asociadas o no a fracturas ⁽⁸⁴⁾.

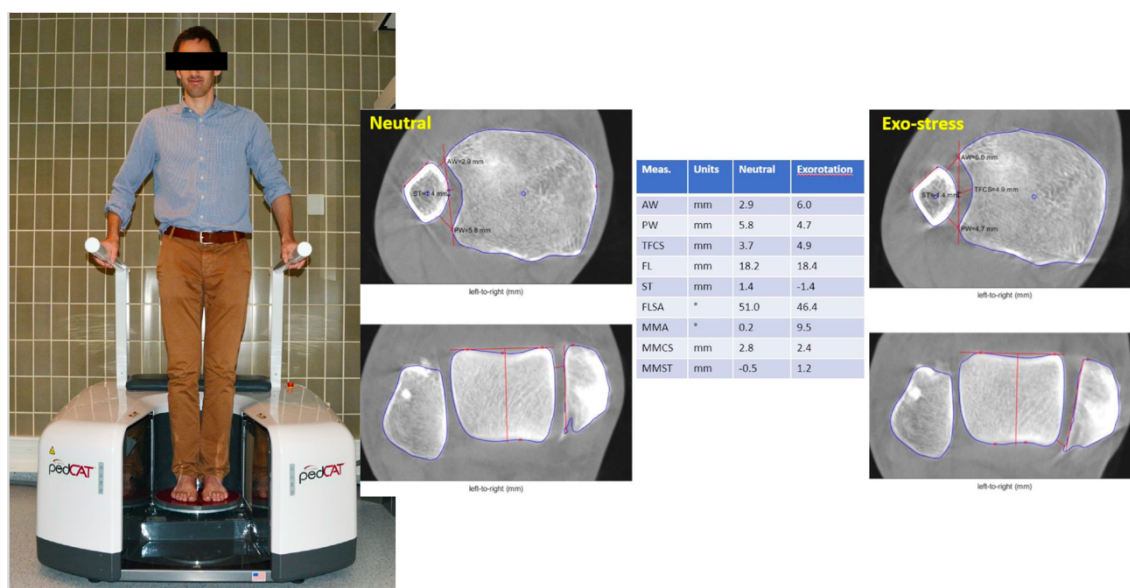


Figura 41. Obtención de imágenes en carga mediante tecnología de TC de haz cónico. Dr F. Vanrietveld. Medical Imaging Unit. AZ Groeninge, Kortrijk, Belgium

Nota: imágenes cedidas por Dr. Matthias Peiffer y Dr. Arne Burssens, Hospital Universitario de Gante, Bélgica

Probablemente, la estandarización en la obtención de pruebas en carga en el estudio preoperatorio de las fracturas de tobillo sea una de las medidas más relevantes para la aproximación al diagnóstico preoperatorio de la lesión sindesmal, ya se mediante radiología simple o mediante la obtención de imágenes de TC en carga en los centros que dispongan la tecnología adecuada.

Los modelos de predicción basados en las pruebas de imagen rutinarias preoperatorias como los validados en este trabajo suponen un avance al alcance de cualquier traumatólogo, independientemente del medio en el que desarrolle su práctica clínica, por su disponibilidad y su facilidad de aplicación sin coste asociado. Si bien a día de hoy su resultados no arrojan un diagnóstico de certeza, proporcionan una

aproximación diagnóstica o de alta sospecha que puede contribuir a la disminución de las lesiones sindesmales inadvertidas en el contexto de las fracturas de tobillo. Como propuesta de futuro, la recopilación continua de datos y la reaplicación recurrente de los modelos es el siguiente paso a seguir para la mejora de su precisión diagnóstica.

7. Fortalezas y debilidades

La principal fortaleza de este estudio radica en un tamaño muestral grande y un diseño prospectivo que minimiza la aparición de sesgos y su efecto potencial en los resultados obtenidos. Además, el ángulo crurofocal medial que constituye la variable principal del mismo se ha demostrado accesible y de fácil medición en base a los resultados de concordancia interobservador obtenidos.

Sus principales debilidades son que se trata de un modelo matemático, con las limitaciones que esto puede tener a la hora de su aplicación a la práctica clínica y que el diagnóstico de certeza del que se derivan sus resultados se basa en el criterio personal del cirujano a la hora de valorar la presencia o ausencia de lesión sindesmal intraoperatoriamente, por lo que la variabilidad puede aumentar al incluir a todos los cirujanos del servicio en el mismo.

La realidad asistencial actual, especialmente en nuestro medio, es que las fracturas son intervenidas por múltiples cirujanos y el diagnóstico de lesión sindesmal se realiza en base a su criterio, ya que no existe otro diagnóstico de certeza.

Por tanto, este último punto que puede ser considerado como una debilidad del diseño del estudio también puede ser considerado como una representación más precisa de la realidad asistencial que enfrentamos a diario y que son el medio en el que estos modelos pretenden ser de aplicación.

Finalmente, otras debilidades del estudio se pueden encontrar en el hecho de que los modelos predictivos que se aplican no son válidos para cualquier fractura de tobillo ya que sólo se incluyen las fracturas que involucran al maléolo interno y, en cuanto a aspectos técnicos, a la necesidad de obtención de unas proyecciones radiológicas iniciales en la atención en urgencias de calidad suficiente.

CONCLUSIONES

Conclusiones

1. La medida del ángulo crurofocal medial y del espacio claro tibiofibular en el contexto de las fracturas de tobillo con afectación de maléolo medial se ha demostrado relevante para el diagnóstico de sospecha preoperatoria de lesión sindesmal, como sugerían estudios previos.
2. La concordancia interobservador de las mediciones radiológicas del ángulo crurofocal medial y el espacio claro tibiofibular fue excelente en este estudio.
3. El modelo de predicción propuesto mediante regresión logística en base a la medida del ángulo crurofocal medial y el espacio claro tibiofibular, junto con la edad, muestra un buen dato de sensibilidad y especificidad en base a los datos actuales con una capacidad discriminante del 90%.
4. El punto de corte establecido en base a la regla clínica *ad hoc* permite una correcta clasificación preoperatoria del 67% de los pacientes.
5. El diagnóstico de la lesión sindesmal en el contexto de las fracturas de tobillo presenta una tendencia al alza en los últimos años en relación al aumento de la producción científica al respecto.

Por tanto, se puede confirmar la hipótesis principal planteada afirmando que los modelos predictivos de lesión sindesmal en las fracturas de tobillo basados en la medición del ángulo crurofocal medial son fiables y útiles en la práctica clínica.

BIBLIOGRAFÍA

Bibliografía

1. Toth MJ, Yoon RS, Liporace FA, Koval KJ. What's new in ankle fractures. *Injury* 2017;48(10):2035-41.
2. Juto H, Nilsson H, Morberg P. Epidemiology of Adult Ankle Fractures: 1756 cases identified in Norrbotten County during 2009-2013 and classified according to AO/OTA. *BMC Musculoskelet Disord* 2018;19(1):1-9.
3. Van Son MAC, De Vries J, Roukema JA, Den Oudsten BL. Health status, health-related quality of life, and quality of life following ankle fractures: A systematic review. *Injury* 2013;44(11):1391-402.
4. Switaj PJ, Mendoza M, Kadakia AR. Acute and Chronic Injuries to the Syndesmosis. *Clin Sports Med* 2015;34(4):643-77.
5. Zalavras C, Thordarson D. Ankle syndesmotic injury. *J Am Acad Orthop Surg* 2007;(6):330-9.
6. Van Heest TJ, Lafferty PM. Injuries to the ankle syndesmosis. *J Bone Jt Surg* 2014;96(7):603-13.
7. Schepers T, Van Zuuren WJ, Van Den Bekerom MPJ, Vogels LMM, Van Lieshout EMM. The management of acute distal tibio-fibular syndesmotic injuries: Results of a nationwide survey. *Injury* 2012;43(10):1718-23.
8. Scheer RC, Newman JM, Zhou JJ, Oommen AJ, Naziri Q, Shah N V., et al. Ankle Fracture Epidemiology in the United States: Patient-Related Trends and

- Mechanisms of Injury. *J Foot Ankle Surg* 2020;59(3):479-83.
9. Stufkens SAS, Van Den Bekerom MPJ, Kerkhoffs GMMJ, Hintermann B, Van Dijk CN. Long-term outcome after 1822 operatively treated ankle fractures: A systematic review of the literature. *Injury* 2011;42(2):119-27.
 10. Veen EJD, Zuurmond RG. Mid-term results of ankle fractures with and without syndesmotic rupture. *Foot Ankle Surg* 2015;21(1):30-6.
 11. Noback PC, Freibott CE, Dougherty T, Swart EF, Rosenwasser MP, Vosseller JT. Estimates of Direct and Indirect Costs of Ankle Fractures: A Prospective Analysis. *J Bone Joint Surg Am* 2020;102(24):2166-73.
 12. Hermans JJ, Beumer A, De Jong TAW, Kleinrensink GJ. Anatomy of the distal tibiofibular syndesmosis in adults: A pictorial essay with a multimodality approach. *J Anat* 2010;217(6):633-45.
 13. Bartoníček J. Anatomy of the tibiofibular syndesmosis and its clinical relevance. *Surg Radiol Anat* 2003;25(5-6):379-86.
 14. 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 Jt Surg* 1995;77(6):847-56.
 15. Fojtík P, Kostlivý K, Bartoníček J, Naňka O. The fibular notch: an anatomical study. *Surg Radiol Anat* 2020;42(10):1161-6.
 16. Dikos GD, Heisler J, Choplin RH, Weber TG. Normal tibiofibular relationships at the syndesmosis on axial CT imaging. *J Orthop Trauma* 2012;26(7):433-8.
 17. Hagemeyer NC, Chang SH, Abdelaziz ME, Casey JC, Waryasz GR, Guss D, et al. Range of Normal and Abnormal Syndesmotic Measurements Using Weightbearing CT. *Foot Ankle Int* 2019;40(12):1430-7.
 18. Shah AS, Kadakia AR, Tan GJ, Karadsheh MS, Wolter TD, Sabb B. Radiographic evaluation of the normal distal tibiofibular syndesmosis. *Foot Ankle Int* 2012;33(10):870-6.

19. Croft S, Furey A, Stone C, Moores C, Wilson R. Radiographic evaluation of the ankle syndesmosis. *Can J Surg* 2015;58(1):58-62.
20. Huysse W, Burssens A, Peiffer M, Cornelis B, Stufkens SAS, Kerkhoffs GMMJ, et al. Morphometric analysis of the incisura fibularis in patients with unstable high ankle sprains. *Skeletal Radiol* 2021;50(6):1141-50.
21. Ramsey PL, Hamilton W. Changes in tibiotalar area of contact caused by lateral talar shift. *J Bone Jt Surg* 1976;58(3):356-7.
22. Lloyd J, Elsayed S, Hariharan K, Tanaka H. Revisiting the concept of talar shift in ankle fractures. *Foot Ankle Int* 2006;27(10):793-6.
23. Golanó P, Vega J, de Leeuw PAJ, Malagelada F, Manzanares MC, Götzens V, et al. Anatomy of the ankle ligaments: A pictorial essay. *Knee Surgery, Sport Traumatol Arthrosc* 2010;18(5):557-69.
24. Mei-Dan O, Carmont M, Laver L, Nyska M, Kammar H, Mann G, et al. Standardization of the functional syndesmosis widening by dynamic US examination. *BMC Sports Sci Med Rehabil* 2013;5(1):1-8.
25. van Dijk CN, Longo UG, Loppini M, Florio P, Maltese L, Ciuffreda M, et al. Classification and diagnosis of acute isolated syndesmotic injuries: ESSKA-AFAS consensus and guidelines. *Knee Surgery, Sport Traumatol Arthrosc* 2016;24(4):1200-16.
26. Hermans JJ, Wentink N, Beumer A, Hop WCJ, Heijboer MP, Moonen AFCM, et al. Correlation between radiological assessment of acute ankle fractures and syndesmotic injury on MRI. *Skeletal Radiol* 2012;41(7):787-801.
27. Krähenbühl N, Weinberg MW, Davidson N, Barg A. Imaging in syndesmotic injury: a systematic literature review. *Skeletal Radiol* 2018;47(5):631-48.
28. Vilá-Rico J, Sánchez-Morata E, Vacas-Sánchez E, Ojeda-Thies C. Anatomical Arthroscopic Graft Reconstruction of the Anterior Tibiofibular Ligament for Chronic Disruption of the Distal Syndesmosis. *Arthrosc Tech* 2018;7(2):165-9.

29. Bartoníček J, Rammelt S, Tuček M. Posterior Malleolar Fractures: Changing Concepts and Recent Developments. *Foot and Ankle Clinics* 2017;22(1):125-45.
30. White TO. In defence of the posterior malleolus. *Bone Jt J* 2018;100B(5):566-9.
31. Tenenbaum S, Shazar N, Bruck N, Bariteau J. Posterior Malleolus Fractures: Worth Fixing. *Orthop Clin North Am* 2017;48(1):81-9.
32. McKeon KE, Wright RW, Johnson JE, McCormick JJ, Klein SE. Vascular anatomy of the tibiofibular syndesmosis. *J Bone Jt Surg* 2012;94(10):931-8.
33. Lidder S, Masterson S, Dreu M, Clement H, Grechenig S. The risk of injury to the peroneal artery in the posterolateral approach to the distal tibia: A cadaver study. *J Orthop Trauma* 2014;28(9):534-7.
34. Ogilvie-Harris DJ, Reed SC, Hedman TP. Disruption of the ankle syndesmosis: Biomechanical study of the ligamentous restraints. *Arthroscopy* 1994;10(5):558-60.
35. Clanton TO, Williams BT, Backus JD, Dornan GJ, Liechti DJ, Whitlow SR, et al. Biomechanical Analysis of the Individual Ligament Contributions to Syndesmotic Stability. *Foot Ankle Int* 2017;38(1):66-75.
36. Littlechild J, Mayne A, Harrold F, Chami G. A cadaveric study investigating the role of the anterior inferior tibio-fibular ligament and the posterior inferior tibio-fibular ligament in ankle fracture syndesmosis stability. *Foot Ankle Surg* 2020;26(5):547-50.
37. Wuest TK. Injuries to the Distal Lower Extremity Syndesmosis. *J Am Acad Orthop Surg* 1997;5(3):172-81.
38. Haraguchi N, Armiger RS, Myerson MS, Campbell JT, Chao EYS. Prediction of Three-Dimensional Contact Stress and Ligament Tension in the Ankle During Stance Determined from Computational Modeling. *Foot Ankle Int* 2009;30(02):177-85.

39. Pott P. Some few general remarks on fractures and dislocations. 1758. *Clin Orthop Relat Res* 2007;450:40-1.
40. Weber BG. Die verletzungen des oberen sprungge-lenkes. En: Huber, editor. *Aktuelle Probleme in der Chirurgie*. Stuttgart; 1966.
41. AO Foundation S. *AO/OTA Fracture and Dislocation Classification*. AOTrauma. 2014.
42. Lauge-Hansen N. Ligamentous ankle fractures; diagnosis and treatment. *Acta Chir Scand* 1949; 97(6):544-50.
43. Lauge-Hansen N. Fractures of the ankle. II. Combined experimental-surgical and experimental-roentgenologic investigations. *Arch Surg* 1950;60(5):957-85.
44. Lauge-Hansen N. Fractures of the ankle. III. Genetic roentgenologic diagnosis of fractures of the ankle. *Am J Roentgenol Radium Ther Nucl Med* 1954;71(3):456-71.
45. Lauge-Hansen N. Fractures of the ankle: IV. Clinical Use of Genetic Roentgen Diagnosis and Genetic Reduction. *AMA Arch Surg* 1952;64(4):488-500.
46. Lauge Hansen N. Fractures of the ankle: V. Pronation-Dorsiflexion Fracture. *AMA Arch Surg* 1953;67(6):813-20.
47. Nielsen J, Dons-Jensen H, Sørensen HT. Lauge-hansen classification of malleolar fractures: An assessment of the reproducibility in 118 cases. *Acta Orthop* 1990;61(5):385-7.
48. Shariff SS, Nathwani DK. Lauge-Hansen classification-A literature review. *Injury* 2006;37(9):888-90.
49. Okanobo H, Khurana B, Sheehan S, Duran-Mendicuti A, Arianjam A, Ledbetter S. Simplified diagnostic algorithm for lauge-hansen classification of ankle injuries. *Radiographics* 2012;32(2):71-85.
50. Russo A, Reginelli A, Zappia M, Rossi C, Fabozzi O, Cerrato M, et al. Ankle fracture: Radiographic approach according to the Lauge-Hansen classification.

- Musculoskelet Surg 2013;97(Suppl 2):155-60.
51. Rodriguez EK, Kwon JY, Herder LM, Appleton PT. Correlation of AO and Lauge-Hansen classification systems for ankle fractures to the mechanism of injury. *Foot Ankle Int* 2013;34(11):1516-20.
 52. Vopat ML, Vopat BG, Lubberts B, DiGiovanni CW. Current trends in the diagnosis and management of syndesmotic injury. *Curr Rev Musculoskelet Med* 2017;10(1):94-103.
 53. Gardner MJ, Demetrakopoulos D, Briggs SM, 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(4):267-72.
 54. Stark E, Tornetta P, Creevy WR. Syndesmotic instability in Weber B ankle fractures: A clinical evaluation. *J Orthop Trauma* 2007;21(9):643-6.
 55. De-las-Heras Romero J, Alvarez AML, Sanchez FM, Garcia AP, Porcel PAG, Sarabia RV, et al. Management of syndesmotic injuries of the ankle. *EFORT Open Rev* 2017;2(9):403-9.
 56. Chang AL, Mandell JC. Syndesmotic Ligaments of the Ankle: Anatomy, Multimodality Imaging, and Patterns of Injury. *Curr Probl Diagn Radiol* 2020;49(6):452-9.
 57. Veldman FJ, Aldous CM, Smith ID, Rollinson PD. The importance of anatomical reduction in the functional outcome of open ankle fractures. *J Orthop* 2020;21:166-70.
 58. 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(7):439-43.
 59. Sri-Ram K, Robinson AHN. Arthroscopic assessment of the syndesmosis following ankle fracture. *Injury* 2005;36(5):675-8.
 60. Van den Bekerom MPJ. Diagnosing syndesmotic instability in ankle fractures.

- World J Orthop 2011;2(7):51-6.
61. Sman AD, Hiller CE, Rae K, Linklater J, Black DA, Nicholson LL, et al. Diagnostic accuracy of clinical tests for ankle syndesmosis injury. *Br J Sports Med* 2015;49(5):323-9.
 62. Scheyerer MJ, Helfet DL, Wirth S, Werner CML. Diagnostics in suspicion of ankle syndesmotoc injury. *Am J Orthop* 2011;40(4):192-7.
 63. Kiter E, Bozkurt M. The crossed-leg test for examination of ankle syndesmosis injuries. *Foot Ankle Int* 2005;26(2):187-8.
 64. Peña FA, Coetzee JC. Ankle syndesmosis injuries. *Foot Ankle Clin* 2006;11(1):35-50.
 65. Oae K, Takao M, Naito K, Uchio Y, Kono T, Ishida J, et al. Injury of the tibiofibular syndesmosis: Value of MR imaging for diagnosis. *Radiology* 2003;227(1): 155-61.
 66. Gougoulas N, Sakellariou A. When is a simple fracture of the lateral malleolus not so simple? *Bone Jt J* 2017;99B(7):851-5.
 67. Beumer A, Van Hemert WLW, Niesing R, Entius CAC, Ginai AZ, Mulder PGH, et al. Radiographic measurement of the distal tibiofibular syndesmosis has limited use. *Clin Orthop Relat Res* 2004;(423):227-34.
 68. Krämer W, Gudat J. Der Talo-Crural-Winkel (TC-Winkel) [The talo-crural angle]. *Z Orthop Ihre Grenzgeb* 1980;118(6):855-8.
 69. Sánchez-Morata E. Estudio radiológico de la correlación del trazo de fractura del maleolo interno con la lesión sindesmal en fracturas de tobillo. Universidad Complutense de Madrid; 2015.
 70. Sánchez-Morata E, Martínez-Ávila JC, Vacas Sánchez E, Jiménez Díaz V, Zorrilla Sánchez de Neyra J, Vilá y Rico J. Predicting syndesmotoc injuries in ankle fractures: a new system based on the medial malleolar focus. *Injury* 2017;48:S86-90.

71. Pneumaticos SG, Noble PC, Chatziioannou SN, Trevino SG. The effects of rotation on radiographic evaluation of the tibiofibular syndesmosis. *Foot Ankle Int* 2002;23(2):107-11.
72. Garner MR, Fabricant PD, Schottel PC, Berkes MB, Shaffer AD, Ni A, et al. Standard perioperative imaging modalities are unreliable in assessing articular congruity of ankle fractures. *J Orthop Trauma* 2015;29(4):161-5.
73. Lepojärvi S, Pakarinen H, Savola O, Haapea M, Sequeiros RB, Niinimäki J. Posterior translation of the fibula may indicate malreduction: CT study of normal variation in uninjured ankles. *J Orthop Trauma* 2014;28(4):205-9.
74. Mukhopadhyay S, Metcalfe A, Guha AR, Mohanty K, Hemmadi S, Lyons K, et al. Malreduction of syndesmosis - Are we considering the anatomical variation? *Injury* 2011;42(10):1073-6.
75. Weber BG, Simpson LA. Corrective lengthening osteotomy of the fibula. *Clin Orthop Relat Res* 1985;(199):61-7.
76. Grenier S, Benoit B, Rouleau DM, Leduc S, Laflamme GY, Liew A. APTF: Anteroposterior tibiofibular ratio, a new reliable measure to assess syndesmotic reduction. *J Orthop Trauma* 2013;27(4):207-11.
77. Candal-Couto JJ, Burrow D, Bromage S, Briggs PJ. Instability of the tibiofibular syndesmosis: Have we been pulling in the wrong direction? *Injury* 2004;35(8):814-8.
78. Nielson JH, Gardner MJ, Peterson MGE, Sallis JG, Potter HG, Helfet DL, et al. Radiographic measurements do not predict syndesmotic injury in ankle fractures: An MRI study. *Clin Orthop Relat Res* 2005; 436:216-21.
79. Elgafy H, Semaan HB, Blessinger B, Wassef A, Ebraheim NA. Computed tomography of normal distal tibiofibular syndesmosis. *Skeletal Radiol* 2010;39(6):559-64.
80. Nault ML, Hébert-Davies J, Laflamme GY, Leduc S. CT scan assessment of the syndesmosis: A new reproducible method. *J Orthop Trauma*

- 2013;27(11):638-41.
81. Nault ML, Marien M, Hébert-Davies J, Laflamme GY, Pelsser V, Rouleau DM, et al. MRI Quantification of the Impact of Ankle Position on Syndesmosis Anatomy. *Foot Ankle Int* 2017;38(2):215-9.
 82. Leung K, Fang C, Lau T, Leung F. Preoperative radiography versus computed tomography for surgical planning for ankle fractures. *Orthop Surg (Hong Kong)* 2016;24(2):158-62.
 83. Seidel A, Krause F, Weber M. Weightbearing vs Gravity Stress Radiographs for Stability Evaluation of Supination-External Rotation Fractures of the Ankle. *Foot Ankle Int* 2017;38(7):736-44.
 84. Burssens A, Vermue H, Barg A, Krähenbühl N, Victor J, Buedts K. Templating of Syndesmotic Ankle Lesions by Use of 3D Analysis in Weightbearing and Nonweightbearing CT. *Foot Ankle Int* 2018;39(12):1487-96.
 85. Malhotra K, Welck M, Cullen N, Singh D, Goldberg AJ. The effects of weight bearing on the distal tibiofibular syndesmosis: A study comparing weight bearing-CT with conventional CT. *Foot Ankle Surg* 2019;25(4):511-6.
 86. Egol KA, Amirtharage M, Tejwani NC, Capla EL, Koval KJ. Ankle stress test for predicting the need for surgical fixation of isolated fibular fractures. *J Bone Jt Surg* 2004;86(11):2393-8.
 87. Gougoulias N, Khanna A, Sakellariou A, Maffulli N. Supination-external rotation ankle fractures: Stability a key issue. *Clin Orthop Relat Res.* 2010;468(1):243-51.
 88. Matuszewski PE, Dombroski D, Lawrence JTR, Esterhai JL, Mehta S. Prospective intraoperative syndesmotic evaluation during ankle fracture fixation: Stress external rotation versus lateral fibular stress. *J Orthop Trauma* 2015;29(4):157-60.
 89. Koval KJ, Egol KA, Cheung Y, Goodwin DW, Spratt KF. Does a positive ankle stress test indicate the need for operative treatment after lateral malleolus

- fracture? A preliminary report. *J Orthop Trauma* 2007;21(7):449-55.
90. Boss AP, Hintermann B. Anatomical study of the medial ankle ligament complex. *Foot Ankle Int* 2002;23(6):547-53.
 91. Summers HD, Sinclair MK, Stover MD. A reliable method for intraoperative evaluation of syndesmotic reduction. *J Orthop Trauma* 2013;27(4):196-200.
 92. Pakarinen H, Flinkkilä T, Ohtonen P, Hyvönen P, Lakovaara M, Leppilahti J, et al. 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 Jt Surg* 2011;93(22):2057-61.
 93. Lubberts B, Vopat BG, Wolf JC, Longo UG, DiGiovanni CW, Guss D. Arthroscopically measured syndesmotic stability after screw vs. suture button fixation in a cadaveric model. *Injury* 2017;48(11):2433-7.
 94. Bossuyt PM, Reitsma JB, Bruns DE, Gatsonis C a, Glasziou PP, Irwig LM, et al. The STARD Statement for Reporting Studies of Diagnostic Accuracy : *Ann Intern Med* 2003;138(1):1-12.
 95. Bossuyt PM, Reitsma JB, Bruns DE, Gatsonis CA, Glasziou PP, Irwig L, et al. STARD 2015: An updated list of essential items for reporting diagnostic accuracy studies. *BMJ* 2015;351:1-9.
 96. Valderrabano V, Horisberger M, Russell I, Dougall H, Hintermann B. Etiology of ankle osteoarthritis. *Clin Orthop Relat Res* 2009;467(7):1800-6.
 97. Horisberger M, Valderrabano V, Hintermann B. Posttraumatic ankle osteoarthritis after ankle-related fractures. *J Orthop Trauma* 2009;23(1):60-7.
 98. Abarquero-Diezhandino A, Luengo-Alonso G, Alonso-Tejero D, Sánchez-Morata EJ, Olaya-Gonzalez C, Vilá y Rico J. Study of the relation between the posterior malleolus fracture and the development of osteoarthritis. *Rev Esp Cir Ortop Traumatol* 2020;64(1): 41-49.
 99. 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(1):7-11.
100. Weening B, Bhandari M. Predictors of functional outcome following transsyndesmotomic screw fixation of ankle fractures. *J Orthop Trauma* 2005;19:102-8.
 101. Briet J, Hietbrink F, Smeeing D, Dijkgraaf M, Verlesidonk E, Houwert R. Ankle Fracture Classification: An Innovative System for Describing Ankle Fractures. *Foot Ankle Surg* 2019;58(3):492-6.
 102. 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(6):616-22.
 103. Franke J, Recum J Von, Suda AJ, Gr PA, Wendl K. Intraoperative Three-Dimensional Imaging in the. *J bone Jt Surg Am* 2012;94(15):1386-90.

ANEXOS

Anexo I. Declaración de STARD 2015. Listado de elementos

BMJ 2015;351:h5527 doi: 10.1136/bmj.h5527 (Published 28 October 2015)

RESEARCH METHODS & REPORTING

Table 1 | The STARD 2015 list*

Section and topic	No	Item
Title or abstract		
	1	Identification as a study of diagnostic accuracy using at least one measure of accuracy (such as sensitivity, specificity, predictive values, or AUC)
Abstract		
	2	Structured summary of study design, methods, results, and conclusions (for specific guidance, see STARD for Abstracts)
Introduction		
	3	Scientific and clinical background, including the intended use and clinical role of the index test
	4	Study objectives and hypotheses
Methods		
Study design	5	Whether data collection was planned before the index test and reference standard were performed (prospective study) or after (retrospective study)
Participants	6	Eligibility criteria
	7	On what basis potentially eligible participants were identified (such as symptoms, results from previous tests, inclusion in registry)
	8	Where and when potentially eligible participants were identified (setting, location, and dates)
	9	Whether participants formed a consecutive, random, or convenience series
Test methods	10a	Index test, in sufficient detail to allow replication
	10b	Reference standard, in sufficient detail to allow replication
	11	Rationale for choosing the reference standard (if alternatives exist)
	12a	Definition of and rationale for test positivity cut-offs or result categories of the index test, distinguishing pre-specified from exploratory
	12b	Definition of and rationale for test positivity cut-offs or result categories of the reference standard, distinguishing pre-specified from exploratory
	13a	Whether clinical information and reference standard results were available to the performers or readers of the index test
	13b	Whether clinical information and index test results were available to the assessors of the reference standard
Analysis	14	Methods for estimating or comparing measures of diagnostic accuracy
	15	How indeterminate index test or reference standard results were handled
	16	How missing data on the index test and reference standard were handled
	17	Any analyses of variability in diagnostic accuracy, distinguishing pre-specified from exploratory
	18	Intended sample size and how it was determined
Results		
Participants	19	Flow of participants, using a diagram
	20	Baseline demographic and clinical characteristics of participants
	21a	Distribution of severity of disease in those with the target condition
	21b	Distribution of alternative diagnoses in those without the target condition
	22	Time interval and any clinical interventions between index test and reference standard
Test results	23	Cross tabulation of the index test results (or their distribution) by the results of the reference standard
	24	Estimates of diagnostic accuracy and their precision (such as 95% confidence intervals)
	25	Any adverse events from performing the index test or the reference standard
Discussion		
	26	Study limitations, including sources of potential bias, statistical uncertainty, and generalisability
	27	Implications for practice, including the intended use and clinical role of the index test
Other information		
	28	Registration number and name of registry
	29	Where the full study protocol can be accessed
	30	Sources of funding and other support; role of funders

Anexo II. Hoja de información al paciente y consentimiento informado

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.

Dra. Elena Vacas Sánchez

Servicio de Traumatología y Cirugía Ortopédica, Hospital Universitario 12 de Octubre, Madrid.

Tif: 913908227, 913908395.

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,

ELENA VACAS SÁNCHEZ

Firma

Fecha

HOJA DE INFORMACIÓN AL PACIENTE**ESTUDIO DE VALIDACIÓN DE NUEVOS MODELOS PREDICTIVOS PREOPERATORIOS DE LESIÓN SINDESMAL EN FRACTURAS DE TOBILLO**

INVESTIGADOR:

Dra. Elena Vacas Sánchez

Servicio de Traumatología y Cirugía Ortopédica, Hospital Universitario 12 de Octubre, Madrid.

Tlf: 913908227, 913908395.

Introducción

Usted ha sufrido una fractura de tobillo y, con este motivo, se le invita a participar en un estudio de 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 y no dude en plantear las dudas que le surjan.

Objetivo del estudio

Validar 3 modelos de predicción de lesión sindesmal basados en la medición del ángulo crurofocal medial según los hallazgos intraoperatorios de una serie prospectiva de fracturas bimaléolares de tobillo.

Procedimiento del estudio

Se incluirán todos los pacientes intervenidos por fractura de tobillo que afecte al maléolo interno, que acepten su participación en el estudio del Hospital Universitario 12 de Octubre (Madrid).

Se realizarán mediciones en la radiografía de tobillo de la atención en urgencias para la aplicación de los modelos planteados. Posteriormente, se solicitará la colaboración del cirujano principal de la intervención para la realización de pruebas de estrés intraoperatorias que permitan objetivar una eventual lesión sindesmal.

El cirujano principal no será informado de los resultados de la aplicación de los modelos predictivos por lo que su actuación será ciega en cuanto al objetivo de este estudio.

En el caso de que acepte participar, simplemente nos autorizaría al acceso y uso de los datos extraídos del análisis de su radiografía inicial así como a la información que nos proporcione su cirujano.

En ningún caso supondrá la realización de exploraciones radiológicas extraordinarias a las que precisa su patología ni recibirá otro tratamiento distinto al establecido.

Anexo III. Informe Comité de Ética



Hospital Universitario
12 de Octubre
Comunidad de Madrid



Nº CEIC: 16/048

TÍTULO: *Estudio de validación de nuevos modelos predictivos preoperatorios de lesión sindesmal en fracturas de tobillo*
Investigador Principal: VACAS SANCHEZ, ELENA

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 **23/02/2016**, 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
	Dra. Eva Mª Ciruelos Gil	Medico Oncología
	Dr. Rafael Delgado Vazquez	Jefe de Sección de Microbiología Molecular
	Dr. Eduardo Gutiérrez Martínez	Medico Nefrología
	Dra. María del Pilar Martínez Sanchez	Medico Hematología
	Sr. Francisco Javier Mazuecos Gómez	Auxiliar Administrativo Endoscopia
	Dr. Cesar Minué Lorenzo	Médico de Familia de Atención Primaria
	Dra. Teresa Yolanda Revilla Ostolaza	Medico Radiología
	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 Granado	Diplomado Universitario en Enfermería
	Dra. Maria del Carmen Riesco Martínez	Medico Oncología
	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 Viaña	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,



Hospital Universitario
12 de Octubre
Comunidad de Madrid



Nº CEIC: 16/048

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 **23/02/2016**, ha evaluado los aspectos éticos del Proyecto de Investigación titulado:

Estudio de validación de nuevos modelos predictivos preoperatorios de lesión sindesmal en fracturas de tobillo

Del cual la Dra. **VACAS SANCHEZ, ELENA**

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 25 de Febrero del 2016 ,

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

Anexo IV. Formulario de recogida de datos preoperatoria

FORMULARIO DE RECOGIDA DE DATOS

INICIALES:

FECHA NACIMIENTO:

Nº HISTORIA CLINICA:

SEXO:

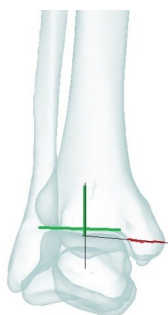
FECHA DE LESIÓN:

TIPO DE LESIÓN*: SA SER PA PER .

Nº MALEOLOS:

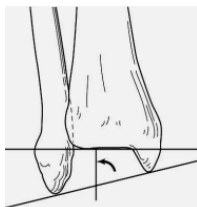
IMAGEN RX ANTEROPOSTERIOR

- MEDIDA DEL ÁNGULO CRUROFOCAL MEDIAL:

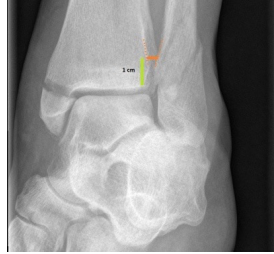
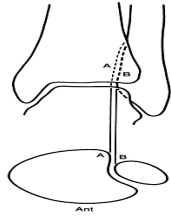


RESTO DE MEDICIONES ACCESORIAS AL ESTUDIO:

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



ESPACIO CLARO TIBIOFIBULAR-TFCS- (Normal < 7mm):



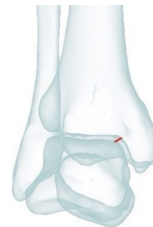
LÍNEA DE SHENTON:



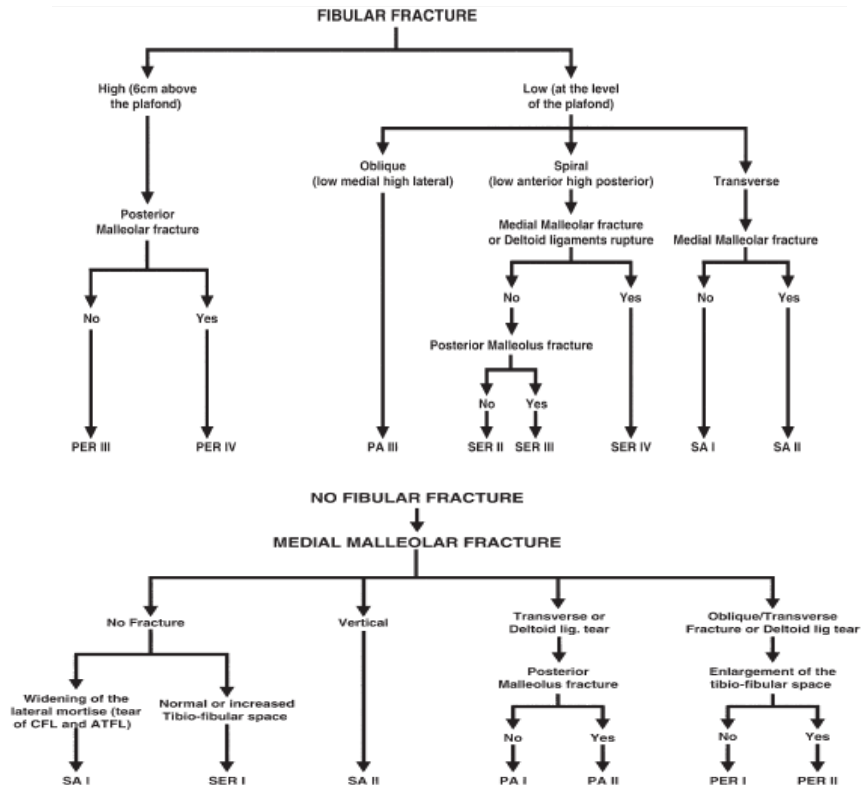
CONTINUA

DISCONTINUA

ESPACIO CLARO MEDIAL (Normal < 5mm):



*OKANOBO:



Anexo V. Formulario postquirúrgico

PEGATINA DEL PACIENTE O
IDENTIFICACIÓN DEL CASO PARA
EMPAREJAR CON RX PREOPERATORIAS.

“MODELOS DE PREDICCIÓN DE LESIÓN SINDESMAL EN BASE A LA MEDIDA DEL ÁNGULO CRUROFOCAL MEDIAL”

1. VALORACIÓN QUIRÚRGICA LESIÓN SINDESMAL.

Se considerará lesión sindesmal cualquiera de los siguientes parámetros:

1. **TEST DE COTTON.** Valoración apertura de la sindesmosis empleando un separador tipo Hinterman (o gancho/cangrejo para tracción lateral del peroné)
2. **APERTURA DE LA SINDESMOSIS EN EL PLANO ANTEROPOSTERIOR.** Traccionando del peroné en sentido anteroposterior.
3. **LESIÓN DEL LIGAMENTO TIBIOFIBULAR ANTEROINFERIOR o DEL LIGAMENTO TIBIOFIBULAR POSTEROINFERIOR.**
4. **NECESIDAD DE ESTABILIZACIÓN DE LA SINDESMOSIS.** Especificar el método empleado (tornillo cortical o esponjosa, tri o cuatricortical, sistemas de fijación dinámica...).

PEGATINA DEL PACIENTE O
IDENTIFICACIÓN DEL CASO PARA
EMPAREJAR CON RX PREOPERATORIAS.

FORMULARIO POSTOPERATORIO LESIÓN SINDESMAL

(Por favor, marque lo que proceda):

- TEST DE COTTON, TRACCIÓN LATERAL
 - Positivo
 - Negativo
- MOVILIDAD ANTEROPOSTERIOR DEL PERONÉ
 - Positivo
 - Negativo
- APERTURA DE MORTAJA EN ESCOPIA AL FORZAR ROTACIÓN EXTERNA
 - Positivo
 - Negativo
- LESIÓN DEL LTFAl o LTFPI
 - En el cuerpo.
 - En la inserción peronéa (con o sin fractura Wagstaffe).
 - En la inserción tibial (con o sin fractura Tillaux o Volkmann).
 - Indemne.
- NECESIDAD DE DISPOSITIVOS DE REPARACIÓN SINDESMAL
 - Tornillo 3 corticales.
 - Tornillo 4 corticales.
 - Tornillo esponjosa.
 - Tight-rope.
 - Arpones, plastias, suturas ligamentosas, placas tornillos de pequeños fragmentos para OS de Wagstaffe , Tillaux. Volkmann
- CONCLUSIÓN
 - Lesión sindesmal PRESENTE.
 - Lesión sindesmal AUSENTE.

Muchas gracias