Capítulo 01

Predictores Radiográficos de Fracturas del Maléolo Posterior en Pacientes con Fractura Diafisaria de Tibia

Radiographic Predictors of Posterior Malleolar Fractures in Patients With Tibial Shaft Fractures

Emily Nicolle Calderón Mora

Universidad Católica de Santiago de Guayaquil; https://orcid.org/0009-0008-0316-6280.

Cristian Alejandro Rosas Montenegro

Universidad Santiago de Cali; https://orcid.org/0009-0003-9892-2408.

Jefferson Alfonso Pintag Cabadiana

Residente de Traumatología, Hospital San Luis de Francia; https://orcid.org/0009-0005-4211-2582.

Resumen: Las fracturas diafisarias de tibia, especialmente aquellas de configuración espiroidea y localización distal, pueden acompañarse de fracturas del maléolo posterior que pasan inadvertidas en la radiografía inicial. Este capítulo examina críticamente los predictores radiográficos de esta asociación y sus consecuencias diagnósticas y quirúrgicas. Se realizó una revisión narrativa dirigida de publicaciones disponibles hasta el 20 de octubre de 2026. La evidencia vincula la lesión posterior con el patrón espiroideo, la proximidad al plafón tibial y un mayor ángulo de oblicuidad; un modelo observacional identificó asociaciones independientes para la configuración AO/OTA espiroidea, oblicuidad superior a 45° y extensión distal del foco. La tomografía computarizada permite detectar lesiones ocultas y caracterizar el fragmento, pero persiste debate acerca de su uso indiscriminado y de las indicaciones de fijación. La secuencia de estabilización debe individualizarse para reducir el riesgo de desplazamiento iatrogénico. Los parámetros radiográficos son instrumentos de estratificación clínica y no sustituyen la confirmación de la lesión articular cuando esta puede modificar la conducta.

Palabras clave: fracturas de la tibia; fracturas del tobillo; radiografía; tomografía computarizada ; diagnóstico por imagen.

Abstract: Tibial shaft fractures, particularly distal spiral patterns, may be accompanied by posterior malleolar fractures that remain occult on initial radiographs. This chapter critically examines radiographic predictors of this association and their diagnostic and surgical implications. A focused narrative review of literature available through October 20, 2026, was undertaken. The available evidence links posterior malleolar involvement with spiral fracture morphology, proximity to the tibial plafond, and a greater fracture obliquity angle. One observational model identified independent associations for spiral AO/OTA morphology, an angle greater than 45°, and distal fracture extension. Computed tomography improves detection of occult fractures and characterization of posterior fragments; however, routine imaging of all tibial fractures and universal fixation of posterior fragments remain controversial. Fixation sequence should be individualized to minimize iatrogenic fragment displacement. Radiographic findings support risk stratification but cannot replace confirmation of articular injury when the result is likely to influence treatment.

Keywords: tibial fractures; ankle fractures; radiography; computed tomography; diagnostic imaging.

DOI: 10.47573/aya.5379.3.67.1

INTRODUCCIÓN

La fractura diafisaria de tibia suele dirigir la atención inicial hacia el desplazamiento, la exposición ósea, el daño de partes blandas y la restitución del eje mecánico (Kukkonen *et al.,* 2006; Boraiah *et al.,* 2008; Hou *et al.,* 2009). Esa prioridad puede dejar en segundo plano lesiones del tobillo del mismo miembro, especialmente cuando el trazo articular no modifica de manera evidente la silueta del plafón tibial en las proyecciones iniciales (Kukkonen *et al.,* 2006; Boraiah *et al.,* 2008; Hou *et al.,* 2009). La asociación entre fracturas espiroideas de la tibia y fragmentos del maléolo posterior fue descrita en series clínicas tempranas, pero su reconocimiento aumentó con la incorporación de tomografía computarizada (TC) a la evaluación de las fracturas distales (Kukkonen *et al.,* 2006; Boraiah *et al.,* 2008; Hou *et al.,* 2009).

El maléolo posterior no representa un hallazgo accesorio cuando existe extensión intraarticular (Haraguchi *et al.,* 2006; Mason *et al.,* 2017; Myatt *et al.,* 2025). Su morfología puede afectar la congruencia tibiotalar, la incisura fibular y la inserción ósea del complejo ligamentario tibioperoneo posterior; por ello, localizar y caracterizar el fragmento forma parte del razonamiento preoperatorio, incluso si el foco diafisario parece constituir la lesión principal (Haraguchi *et al.,* 2006; Mason *et al.,* 2017; Myatt *et al.,* 2025).

La radiografía convencional continúa siendo el primer estudio de las fracturas diafisarias, pero la ausencia de un trazo posterior visible no descarta una lesión no desplazada (Wang *et al.,* 2021). La revisión sistemática de Wang y colaboradores identificó 21 estudios y señaló que, entre los pacientes con lesión combinada, alrededor de la mitad de las fracturas del maléolo posterior podía pasar inadvertida en las radiografías iniciales (Wang *et al.,* 2021). La amplitud de esa estimación refleja diferencias entre poblaciones, criterios diagnósticos y disponibilidad de TC, por lo que no debe trasladarse automáticamente a cada servicio de traumatología (Wang *et al.,* 2021).

El objetivo de este capítulo es examinar qué parámetros radiográficos permiten reconocer a los pacientes con mayor probabilidad de fractura del maléolo posterior, cómo deben interpretarse las cifras de los modelos predictivos y en qué circunstancias la TC puede modificar decisiones terapéuticas (Fisher *et al.,* 2023a; Fisher *et al.,* 2023b; Nedder *et al.,* 2024). Se distingue de manera expresa entre la predicción de cualquier fractura posterior, la detección de lesiones intraarticulares distales y la identificación de fragmentos que podrían requerir tratamiento quirúrgico, porque esos desenlaces no son equivalentes (Fisher *et al.,* 2023a; Fisher *et al.,* 2023b; Nedder *et al.,* 2024).

MÉTODOLOGÍA

Se elaboró una revisión narrativa crítica; la búsqueda documental se orientó a estudios originales, revisiones y registros bibliográficos verificables,

mediante consultas dirigidas en PubMed/MEDLINE, literatura de acceso abierto en PubMed Central y sitios editoriales de las revistas. Se priorizaron investigaciones con tomografía como método de referencia, comparaciones de radiografía y TC, modelos pronósticos e informes sobre secuencia quirúrgica.

Se revisaron asimismo los estudios vinculados por las bibliografías de las publicaciones principales. No se realizó búsqueda exhaustiva; en consecuencia, no se comunica una estrategia reproducible de revisión sistemática, un diagrama PRISMA ni una evaluación formal completa del riesgo de sesgo. Las cifras presentadas se atribuyen a sus respectivos estudios. Cuando varias publicaciones proceden de cohortes similares o parcialmente superpuestas, se evita tratarlas como muestras independientes para sumar frecuencias o derivar prevalencias nuevas; esta cautela es especialmente importante en las series de Fisher y colaboradores sobre predictores del maléolo posterior y otros trazos distales (Fisher *et al.,* 2023a; Fisher *et al.,* 2023b).

DESARROLLO

Fundamentos Anatómicos y Mecanismo de Lesión

La región posterior del extremo distal de la tibia comprende una superficie articular con continuidad hacia el plafón y la incisura fibular [1,2]. La configuración del fragmento varía desde una pequeña avulsión hasta un componente posterolateral amplio, una extensión posteromedial o una morfología de pilón rotacional. Los patrones descritos por Haraguchi mediante TC y la clasificación de Mason y Molloy muestran que dos fragmentos de extensión radiográfica semejante pueden presentar anatomías tridimensionales distintas [1,2].

En las fracturas diafisarias espiroideas, la energía torsional puede transmitirse a lo largo del segmento distal y continuar hacia la región maleolar; la observación de trazos posteriores predominantemente posterolaterales en cohortes de fractura espiroidea respalda una relación biomecánica entre la geometría del foco diafisario y la extensión articular, aunque no permite deducir por sí sola la dirección exacta de las fuerzas en un paciente concreto [3,4] .

La morfología no es uniforme; en la serie de Myatt y colaboradores, 107 de 442 pacientes con fractura diafisaria y TC mostraron extensión al maléolo posterior; la clasificación de Mason identificó un predominio del tipo 2A, seguido por el tipo 3 [5]. La mayoría de los fragmentos estaban inicialmente no desplazados, un hecho que explica por qué una proyección lateral aparentemente satisfactoria puede ocultar una lesión de importancia quirúrgica.

La lesión sindesmótica tampoco se infiere únicamente a partir de la existencia del fragmento [6–8]. La estabilidad del complejo tibioperoneo distal exige valorar la integridad ósea y ligamentaria, la morfología del fragmento posterior y la posibilidad de avulsiones anterolaterales asociadas; estas últimas pueden aparecer en cohortes de fracturas diafisarias y no siempre son apreciables en las radiografías de urgencia [6–8].

Frecuencia de La Lesión y Problemas de Detección

Las frecuencias publicadas difieren porque los estudios parten de poblaciones con distintos mecanismos traumáticos, alturas de fractura y políticas de imagen [9]". En 1.113 fracturas de tibia tratadas con clavo intramedular, Kempegowda y colaboradores identificaron 96 fracturas concomitantes del maléolo posterior, aproximadamente el 9%; esa proporción no equivale al riesgo de un paciente con trazo espiroideo distal seleccionado para TC [9] .

En 164 pacientes sometidos a TC posoperatoria, Hendrickx y colaboradores notificaron fractura del maléolo posterior en el 22% de los casos y en el 56% de las fracturas espiroideas simples; una cuarta parte de las fracturas posteriores era oculta en la evaluación inicial; los predictores independientes fueron la localización distal y el patrón espiroideo simple [4].

La cohorte de Sobol y colaboradores incluyó 193 fracturas distales intervenidas, pero solo 26 presentaron el patrón espiroideo distal que motivó el protocolo tomográfico específico; en ese subgrupo se documentó fractura del maléolo posterior en 24 pacientes, el 92,3% [10]. Ese resultado ilustra el riesgo de una morfología muy seleccionada y no debe citarse como incidencia general de todas las fracturas diafisarias de tibia.

Purnell y colaboradores estudiaron 67 fracturas diafisarias del tercio distal mediante TC y hallaron lesiones intraarticulares asociadas en 29, de las cuales 23 correspondían al maléolo posterior [11]. La revisión de las radiografías originales reconoció una fracción sustancialmente menor de lesiones que la TC, con diferencias según el observador y las condiciones de visualización, lo que advierte contra atribuir a la radiografía una sensibilidad única para todas las instituciones.

La revisión de Wang y colaboradores informó que aproximadamente el 70% de las fracturas del maléolo posterior en las series estudiadas estaba asociado a fracturas diafisarias de patrón espiroideo, pero esa cifra expresa una distribución entre pacientes con la lesión, no la probabilidad de fractura posterior en todos los pacientes con una fractura espiroidea [12]. Esta distinción entre P(patrón espiroideo | maléolo posterior) y P(maléolo posterior | patrón espiroideo) evita interpretaciones clínicas incorrectas de los porcentajes publicados.

Variables Radiográficas Predictoras

Patrón de fractura tibial y clasificación AO/OTA

El patrón espiroideo constituye el signo más consistentemente asociado a lesión maleolar posterior, aunque su fuerza predictiva cambia según la localización y la composición de la cohorte [6]. Schottel y colaboradores comprobaron que 31 de las 35 lesiones articulares ipsilaterales detectadas entre 71 pacientes coexistían con una fractura espiroidea del tercio distal; la sensibilidad de esa combinación fue del 88,6%, con especificidad del 63,9% para cualquier lesión de tobillo definida por TC, no exclusivamente para fractura posterior [6].

En una cohorte de 405 fracturas diafisarias, los patrones AO/OTA 42-A1, 42-B1 y 42-C1 mostraron asociación independiente con la fractura del maléolo posterior, con una razón de momios ajustada de 4,7 e intervalo de confianza del 95% de 2,4 a 9,8 [13]. Dicha agrupación identifica componentes espiroideos simples, en cuña o complejos, y debe interpretarse junto con el ángulo y la altura de la fractura.

Localización distal y distancia al plafón

La proximidad del extremo distal del trazo al plafón tibial aparece repetidamente asociada a extensión articular; Huang y colaboradores, en 111 adultos evaluados con radiografías y TC, identificaron asociación con la posición, longitud y morfología de la fractura tibial; su análisis propuso sospechar lesión posterior cuando la localización radiográfica era igual o inferior al 40% o la longitud del trazo superaba el 11,4% según sus definiciones proporcionales [14].

Fisher y colaboradores estudiaron la distancia desde el extremo distal del foco hasta el plafón (DFP) y una medida proporcional a la longitud tibial (DFP%); las fracturas con lesión posterior mostraron una DFP media de 5,9 cm, frente a 11,9 cm en aquellas sin lesión; la extensión hacia el tercio distal, expresada como DFP% inferior al 33%, se asoció con mayor probabilidad de fractura posterior [13].

La DFP y la DFP% no son medidas intercambiables: la primera es una distancia absoluta y la segunda incorpora la longitud del segmento de referencia [13,14]. Tampoco deben trasladarse mecánicamente los puntos de corte entre estudios que utilizan definiciones distintas de longitud fracturaria, orientación radiográfica o límites del tercio distal; su lectura es complementaria y no una confirmación diagnóstica.

Ángulo de oblicuidad del foco diafisario

El ángulo de oblicuidad de la fractura (fracture obliquity angle, FOA) cuantifica la inclinación del trazo según el método radiográfico del estudio . En el análisis de Fisher y colaboradores, el FOA medio fue 60,9° en las fracturas asociadas a lesión posterior y 40,8° en las restantes; un valor superior a 45° presentó asociación independiente, con razón de momios de 4,4 e intervalo de confianza del 95% de 1,9 a 10,9 [13].

El modelo combinado de tipo AO/OTA espiroideo, FOA superior a 45° y DFP% inferior al 33% alcanzó un área bajo la curva ROC de 0,83, con intervalo de confianza del 95% de 0,80 a 0,87; se trata de discriminación obtenida en la cohorte investigada y no de una tasa de acierto ni de una sensibilidad del 83%; por ello, la métrica no justifica omitir TC en un paciente individual cuando subsiste sospecha de lesión articular[13].

Dirección del trazo, peroné y mecanismo traumático

La dirección del trazo en el plano anteroposterior también puede aportar información; Lisitano y colaboradores describieron mayor frecuencia de lesiones posteriores con un patrón espiroideo orientado de proximal lateral a distal medial

(tipo A de su clasificación) y con localización distal; en los pacientes que reunían ambos rasgos, la frecuencia de lesión posterior alcanzó el 67,6% dentro de su muestra retrospectiva de bajo impacto energético [15].

La fractura concomitante del peroné no predice de modo uniforme un fragmento posterior. Schottel y colaboradores comunicaron asociación entre el patrón espiroideo del peroné y cualquier lesión de tobillo ipsilateral, mientras que Fisher y colaboradores no identificaron la presencia o la localización fibular como predictores independientes del maléolo posterior tras ajustar por morfología tibial y distancia al plafón [6,13].

La relevancia del peroné cambia cuando el desenlace es una lesión articular distal potencialmente quirúrgica: en una cohorte de 144 pacientes, Nedder y colaboradores relacionaron de forma independiente el patrón espiroideo tibial y la fractura baja de peroné con lesiones distales que requirieron tratamiento, con una frecuencia de 22/48 (46%) al coexistir ambos hallazgos [16]. Esa cifra no describe exclusivamente las fracturas del maléolo posterior.

Modelos multivariables y su madurez clínica

Hendrickx y colaboradores combinaron información de 263 pacientes de dos centros y compararon cuatro algoritmos supervisados para estimar la probabilidad de fractura posterior; su modelo de mayor rendimiento, basado en una máquina de vectores de soporte, obtuvo un estadístico C de 0,89 y un Brier score de 0,106 durante validación cruzada; sus autores solicitaron validación externa antes de su adopción rutinaria [17].

Una investigación publicada en julio de 2026 describió un modelo de regresión logística en 167 pacientes con radiografía y TC, en el cual la localización, la longitud de la fractura y la morfología espiroidea se asociaron independientemente con lesión posterior[18]. El estudio apoya la consistencia de las variables estructurales, aunque la información accesible no permite confirmar validación externa ni utilidad clínica prospectiva del modelo.

Tabla 1 - Hallazgos radiográficos estudiados y utilidad interpretativa.

Hallazgo	Evidencia principal	Interpretación clínica
Trazo espiroideo (AO/OTA 42-A1/B1/C1)	Hendrickx 2019; Fisher 2023a	Sospecha elevada; no confirma por sí solo
Ubicación distal / DFP% < 33%	Fisher 2023a; Huang 2018	Revisar articulación y valorar TC
FOA > 45°	Fisher 2023a	Marcador cuantitativo, no regla de exclusión
Dirección espiral tipo A (AP)	Lisitano 2022	Rasgo complementario; definición específica
Fractura baja de peroné	Nedder 2024	Sugiere lesión articular distal operable, no solo posterior
Razón FTP/RIDEFAST	Rane 2021; Behlmer 2021	Desenlace articular más amplio; evidencia discordante

Nota: La tabla resume asociaciones y no constituye una puntuación pronóstica validada.

DFP: distancia al plafón; FOA: ángulo de oblicuidad del foco; FTP: cociente longitud del trazo/ distancia al plafón; AP: anteroposterior

Qué puede y qué no puede diagnosticar la radiografía

La serie inicial debe permitir inspeccionar toda la tibia y el peroné, con proyecciones ortogonales adecuadas, y añadir proyecciones específicas del tobillo cuando la ubicación o el mecanismo lo ameriten; el problema no se limita a la calidad técnica: una línea posterolateral sin desplazamiento puede permanecer superpuesta a estructuras corticales, mientras que la propia fractura diafisaria puede concentrar la atención del observador [3,6,11].

Mitchell y colaboradores identificaron fractura del maléolo posterior en 59 de 122 fracturas espiroideas infraisthmales; entre aquellas con TC disponible, predominó de manera marcada el trazo tipo I de Haraguchi. Solo el 61% de las fracturas posteriores fue visible en las radiografías preoperatorias, proporción que respalda la necesidad de mantener la sospecha aun con imágenes aparentemente negativas [3].

El estudio de Kanesan y colaboradores, publicado en octubre de 2025, incluyó 387 fracturas diafisarias medias y distales y describió 147 fracturas posteriores. Un total de 29 lesiones, equivalentes al 19,7% de las fracturas posteriores, no se reconocieron en las radiografías iniciales y se identificaron por TC o durante la cirugía; es necesario matizar que la TC no se aplicó como patrón de verificación uniforme e independiente en todos los casos, lo que restringe las conclusiones sobre sensibilidad comparativa[18].

La ausencia de desplazamiento es un motivo recurrente de ocultamiento (Myatt *et al.,* 2025; Kanesan *et al.,* 2025). La relación entre tamaño, desplazamiento y visibilidad tampoco es lineal, y un pequeño fragmento posterolateral puede pasar inadvertido aun cuando su anatomía importe para seleccionar la dirección de un tornillo o anticipar una reducción indirecta inestable [5,18].

La exploración clínica conserva su valor para identificar edema, dolor localizado, compromiso neurovascular, exposición ósea y lesiones de partes blandas . No obstante, la falta de dolor focal posterior aislado no elimina la indicación de estudiar la articulación en una fractura espiroidea distal de alto riesgo; la decisión debe integrar la imagen tibial completa y el plan terapéutico [4,6].

Tomografía computarizada y caracterización de lesiones ocultas

La TC de tobillo con cortes finos y reconstrucciones multiplanares define la trayectoria articular y las relaciones del fragmento posterior con la incisura fibular; su utilidad diagnóstica se extiende a fragmentos anterolaterales de Chaput, afectación del maléolo medial y trazos de plafón que pueden coexistir con la lesión diafisaria, circunstancias que no deben quedar fuera del informe preoperatorio [7,8,11].

En el análisis de Fisher y colaboradores sobre 405 fracturas, 145 presentaron alguna lesión intraarticular distal; 94 tuvieron fractura posterior, y el conjunto incluyó lesiones mediales, laterales sindesmóticas y fragmentos de Chaput; la combinación

de morfología espiroidea, FOA superior a 45° y proximidad distal también se vinculó a ese desenlace articular amplio, pero las razones de momios no deben confundirse con las correspondientes al modelo específico del maléolo posterior [8].

Nedder y colaboradores mostraron que la TC identificó lesiones articulares distales no reconocidas en radiografías en un 41% de los casos pertinentes de su análisis; el rendimiento varió según el territorio articular comprometido. El hallazgo apoya una política de selección basada en morfología y lesión fibular, sin probar que toda fractura de tibia se beneficie en igual medida de un estudio tomográfico [16].

La indicación universal de TC para todas las fracturas diafisarias continúa siendo debatida; Behlmer y colaboradores informaron un rendimiento del 23% en su estrategia de TC de fracturas del tercio distal y cuestionaron la necesidad de solicitarla de forma indiscriminada; en su cohorte, las razones radiográficas RIDEFAST no discriminaron satisfactoriamente la extensión articular [19].

La evidencia sobre RIDEFAST tampoco es uniforme: Rane y colaboradores notificaron validación externa favorable de la razón de longitud del trazo a distancia al plafón (FTP), con área bajo la curva de 0,86 en la cohorte de validación para lesión intraarticular distal, y un valor predictivo negativo de 100% para un umbral AP predefinido dentro de esa muestra [20]. Esta medida estudia lesión distal intraarticular general, no únicamente el maléolo posterior, y su valor predictivo negativo depende de la prevalencia y características de la población .

La TC informa anatomía ósea; por sí sola no demuestra de manera exhaustiva lesión ligamentaria ni estabilidad dinámica. La resonancia magnética puede revelar daños de partes blandas o lesiones óseas no definidas cuando persisten dudas específicas, pero no constituye el estudio inicial rutinario para toda fractura diafisaria con sospecha de componente posterior [6,21].

Clasificación tomográfica y descripción del fragmento

La clasificación de Haraguchi distingue principalmente un patrón posterolateral oblicuo, un patrón con extensión medial y un fragmento posterior pequeño con morfología de concha. Su utilidad reside en ordenar la descripción de la superficie comprometida, aunque la clasificación por sí sola no especifica toda la conminución, la depresión articular ni la estabilidad sindesmótica [1,22].

La clasificación de Mason y Molloy incorpora categorías relacionadas con el mecanismo y la extensión articular; aplicada a las fracturas diafisarias, Myatt y colaboradores identificaron predominio del tipo 2A, con fracciones relevantes de tipo 3. No corresponde asumir que los resultados funcionales o las recomendaciones quirúrgicas de series de fractura de tobillo trimalleolar pueden trasladarse sin ajuste a fracturas diafisarias con fragmentos posteriores no desplazados [2,5].

La reproducibilidad también importa: una comparación de clasificaciones tomográficas mostró acuerdo interobservador sustancial [1,2,22]. Sin embargo, los autores reconocieron que ninguna de ellas recogía de manera completa todos los fragmentos intercalarios o las impresiones articulares, por lo que el informe debe describir expresamente estos hallazgos cuando estén presentes [22].

Una descripción preoperatoria útil debe consignar el lado y la extensión del fragmento, escalón articular, desplazamiento, conminución, afectación de la incisura, continuidad del trazo con la diáfisis y otras lesiones del tobillo [23]. Los estudios que relacionan la DFP con la altura, anchura o extensión del fragmento refuerzan la necesidad de valorar sus dimensiones en la TC y no inferirlas únicamente por la longitud de la fractura diafisaria.

Consecuencias para la planificación quirúrgica

El principal riesgo de reconocer tarde una fractura posterior no desplazada es modificar su posición durante la reducción del foco diafisario, el paso de la guía, el fresado o la colocación del clavo intramedular. En la cohorte retrospectiva multicéntrica de Kempegowda y colaboradores, la mala reducción del fragmento fue del 2% cuando se fijó antes del enclavado y del 44% cuando el clavo se colocó primero; las diferencias fueron relevantes, pero proceden de grupos de tamaños desiguales y no aleatorizados [9].

La secuencia denominada “maléolo primero” es razonable cuando el fragmento requiere estabilización y existe riesgo de desplazamiento iatrogénico, pero no debe traducirse en una obligación de fijar todo fragmento posterior [9,12,24]. La decisión considera congruencia articular, desplazamiento, tamaño y orientación, incisura fibular, estabilidad y compatibilidad de implantes, en el contexto de la fractura diafisaria y del estado de partes blandas.

En una cohorte comparativa retrospectiva de 116 pacientes con fractura espiroidea de tibia y lesión posterior, Qi y colaboradores describieron fijación percutánea previa en un grupo y manejo sin fijación específica en otro [24]. El grupo intervenido presentó una diferencia favorable en tiempo hasta la carga y una diferencia pequeña en puntuación AOFAS, a costa de mayor tiempo operatorio; al tratarse de grupos no aleatorizados, no puede atribuirse con certeza la superioridad clínica a la fijación por sí misma.

Los tornillos percutáneos pueden ser útiles para trazos simples, accesibles y reducibles indirectamente, siempre que su trayectoria no interfiera con el canal del clavo ni con sus cerrojos distales; la exposición y reducción directa puede ser más apropiada para fragmentos desplazados, con conminución, depresión o extensión posteromedial, de acuerdo con la anatomía revelada por TC y la necesidad de restaurar la superficie articular [2,23,24].

La decisión de estabilizar la sindesmosis no debe depender de una regla basada exclusivamente en el porcentaje del fragmento; las clasificaciones y las revisiones contemporáneas dan importancia creciente a la morfología tridimensional, la incisura y la estabilidad de la articulación, pero la evidencia específicamente centrada en fractura diafisaria concomitante sigue siendo mayoritariamente observacional [2,5,12].

Las medidas posoperatorias, incluyendo movilidad y progresión de carga, deben respetar las restricciones impuestas por ambos componentes de la lesión; la presencia de un maléolo posterior estabilizado no autoriza por sí sola la carga

precoz cuando el foco diafisario, las partes blandas o los hallazgos intraoperatorios exigen protección adicional [18,24].

Propuesta de evaluación clínica y radiológica

La siguiente secuencia es una propuesta de síntesis editorial basada en estudios observacionales, no una guía clínica validada ni una escala que pueda sustituir el juicio del traumatólogo [4,13,16].

Paso 1. Imagen inicial y lectura estructurada

Obtener radiografías ortogonales de tibia y peroné que incluyan las articulaciones adyacentes y, cuando exista sospecha distal, vistas específicas del tobillo. Documentar patrón AO/OTA, localización del foco, dirección del trazo, morfología fibular y cualquier irregularidad del borde posterior del plafón [6,13].

Paso 2. Reconocer una combinación de riesgo

Considerar especialmente sugestiva la fractura espiroidea del tercio distal, sobre todo con un FOA elevado o un extremo distal cercano al plafón ; la coexistencia de fractura baja de peroné amplía la sospecha hacia otras lesiones articulares potencialmente quirúrgicas; su ausencia, sin embargo, no excluye una lesión maleolar posterior [8,13,16].

Paso 3. Tomografía cuando pueda cambiar la conducta

Solicitar TC preoperatoria de tobillo con reconstrucciones multiplanares ante patrones distales espiroideos de riesgo, signos radiográficos dudosos, incongruencia articular, sospecha de lesión sindesmótica o cuando el conocimiento de un fragmento posterior cambie la secuencia de fijación[4,16,19]. El rendimiento y las necesidades de imagen deben ponderarse según recursos y condiciones del paciente, reconociendo que la indicación universal continúa siendo discutida.

Paso 4. Plan articular antes del enclavado

Si existe fractura posterior, describir su anatomía, desplazamiento y posible compromiso de incisura; determinar si precisa fijación y anticipar la trayectoria de tornillos o el acceso posterior antes de avanzar con el clavo [2,5,9]. Reevaluar reducción y estabilidad después del procedimiento conforme a la lesión real, sin asumir que toda fractura posterior es inestable.

Tabla 2 - Matriz de decisión.

Escenario	Conducta razonable	Precaución
Espiral distal + FOA alto / proximidad al plafón	TC antes de cirugía si disponible	Una radiografía negativa no descarta lesión
Espiroidea + peroné bajo	TC y búsqueda de otros trazos articulares	El desenlace puede ser no posterior

Escenario	Conducta razonable	Precaución
Fractura posterior no desplazada en TC	Describir morfología y estabilidad; decidir fijación	No fijar automáticamente por tamaño
Fragmento desplazado o con conminución	Plan de reducción anatómica individualizado	Comprobar incisura, escalón y trayectorias
Radiografía sin factores mayores	Evaluación clínica y radiológica individual	No hay regla de exclusión universal

Nota: La matriz constituye una ayuda razonada para el equipo clínico, no una recomendación normativa acreditada ni un algoritmo de sensibilidad o especificidad conocida.

Análisis crítico y controversias

Predicción, detección y beneficio clínico son desenlaces diferentes

Los estudios de asociación identifican a quién conviene observar con mayor atención; los estudios de exactitud determinan qué proporción de lesiones detecta una técnica; los estudios de tratamiento deben demostrar que cambiar la conducta mejora resultados relevantes [12,13,16]. La literatura disponible es más sólida para confirmar la asociación entre fractura espiroidea distal y lesión maleolar posterior que para demostrar que el uso sistemático de TC o la fijación de todos los fragmentos reduce dolor, artrosis y discapacidad a largo plazo.

Diferencias de prevalencia y sesgo de selección

Una incidencia cercana al 9% en pacientes sometidos a enclavado, una frecuencia del 22% en una serie con TC sistemática posoperatoria y una proporción de 92,3% en un subgrupo espiroideo distal seleccionado no son resultados incompatibles [4,9,10]. Reflejan denominadores distintos y selección radiográfica, por lo que combinar esas cifras como si provinieran de poblaciones equivalentes produciría una estimación engañosa del riesgo individual.

La TC selectiva no equivale a una regla universal

La validación externa de la razón FTP propuesta por RIDEFAST encontró buena discriminación para extensión articular distal, pero otro estudio no reprodujo una separación estadísticamente útil entre pacientes con y sin lesión [19,20]. Esta diferencia obliga a considerar la definición del desenlace, los protocolos de imagen, la prevalencia de cada centro y la calibración local antes de usar cualquier umbral como criterio definitivo para evitar TC.

Los modelos aún requieren pruebas prospectivas

El área bajo la curva del modelo radiográfico de Fisher y el estadístico C del algoritmo de Hendrickx describen la capacidad de ordenar el riesgo en conjuntos de datos definidos; ninguno demuestra automáticamente que una política de imágenes basada en esos modelos sea más segura o coste-efectiva que una estrategia clínica

[13,17,25]. La investigación de 2026 añade otra propuesta de predicción, pero no resuelve por sí sola la necesidad de validación externa, calibración y estudio de impacto.

Alcance de las recomendaciones quirúrgicas

Las diferencias de reducción asociadas a la secuencia de fijación son clínicamente llamativas, pero provienen de cohortes retrospectivas sin asignación aleatoria [5,9,23]. Además, un fragmento posterior mínimamente desplazado puede tener una relevancia biomecánica distinta de otro con extensión medial o depresión articular, por lo que extrapolar indicaciones desde series generales de fracturas de tobillo puede inducir sobretratamiento.

Necesidades de investigación

Son prioritarios estudios prospectivos que incluyan una población consecutiva de fracturas diafisarias, medición radiográfica estandarizada, TC de verificación aplicada de manera consistente, evaluación ciega entre observadores y validación externa de reglas predictivas [12,16,17]. También se necesitan estudios pragmáticos que comparen estrategias de TC selectiva frente a rutinaria y que informen cambios de conducta, reintervenciones, resultados funcionales, dosis de radiación y costes, además de tasas de diagnóstico.

CONSIDERACIONES FINALES

La fractura espiroidea de tibia localizada en el tercio distal es el patrón radiográfico con asociación más consistente con la fractura del maléolo posterior; la oblicuidad del trazo y su proximidad al plafón aportan información adicional para estratificar la sospecha.

Los valores FOA superiores a 45° y DFP% inferiores al 33% deben interpretarse como marcadores derivados de un modelo observacional, no como umbrales universales de confirmación o exclusión de lesión posterior.

La radiografía inicial puede pasar por alto fracturas posteriores no desplazadas; la TC resulta particularmente útil cuando la lesión potencial cambia la planificación, la secuencia de fijación o la evaluación de otras extensiones intraarticulares.

La fijación del fragmento posterior debe individualizarse y coordinarse con el enclavado diafisario. La evidencia apoya extremar la prevención del desplazamiento iatrogénico, pero todavía no respalda una indicación quirúrgica uniforme para todos los fragmentos.

REFERENCIAS

1. Haraguchi N, Haruyama H, Toga H, Kato F. Pathoanatomy of Posterior Malleolar Fractures of the Ankle. The Journal of Bone & Joint Surgery. 2006;88(5):1085-92. doi:10.2106/JBJS.E.00856

2. Mason LW, Marlow WJ, Widnall J, Molloy AP. Pathoanatomy and Associated Injuries of Posterior Malleolus Fracture of the Ankle. Foot Ankle Int. 2017;38(11):1229-35. doi:10.1177/1071100717719533

3. Mitchell PM, Harms KA, Lee AK, Collinge CA. Morphology of the Posterior Malleolar Fracture Associated With a Spiral Distal Tibia Fracture. Journal of Orthopaedic Trauma. 2019;33(4):185-8. doi:10.1097/BOT.0000000000001398

4. Hendrickx LAM, Cain ME, Sierevelt IN, Jadav B, Kerkhoffs GMMJ, Jaarsma RL, *et al.* Incidence, Predictors, and Fracture Mapping of (Occult) Posterior Malleolar Fractures Associated With Tibial Shaft Fractures. Journal of Orthopaedic Trauma. 2019;33(12):e452-8. doi:10.1097/BOT.0000000000001605

5. Myatt D, Stringer H, Chapman J, Fischer BE, Mason L. Morphology of occult posterior malleolus fractures associated with tibial shaft fractures. Bone Jt Open. 2025;6(4):446-53. doi:10.1302/2633-1462.64.BJO-2024-0132.R1

6. Schottel PC, Berkes MB, Little MTM, Lazaro LE, Nguyen JT, Helfet DL, et al. Predictive Radiographic Markers for Concomitant Ipsilateral Ankle Injuries in Tibial Shaft Fractures. Journal of Orthopaedic Trauma. 2014;28(2):103-7. doi:10.1097/BOT.0b013e31829e71ef

7. Jung KJ, Chung CY, Park MS, Chung MK, Lee DY, Koo S, et al. Concomitant Ankle Injuries Associated With Tibial Shaft Fractures. Foot Ankle Int. 2015;36(10):1209-14. doi:10.1177/1071100715588381

8. Fisher ND, Bi AS, Parola R, Ganta A, Konda SR, Egol KA. Fracture obliquity angle and distance from plafond: novel radiographic predictors of posterior malleolar involvement in tibial shaft fractures. Eur J Orthop Surg Traumatol. 2022;33(5):1937-43. doi:10.1007/s00590-022-03371-3

9. Kempegowda H, Maniar HH, Richard R, Tawari A, Jove G, Suk M, *et al.* Posterior Malleolar Fractures Associated With Tibial Shaft Fractures and Sequence of Fixation. Journal of Orthopaedic Trauma. 2016;30(10):568-71. doi:10.1097/BOT.0000000000000629

10. Sobol GL, Shaath MK, Reilly MC, Adams MR, Sirkin MS. The Incidence of Posterior Malleolar Involvement in Distal Spiral Tibia Fractures: Is it Higher than We Think? Journal of Orthopaedic Trauma. 2018;32(11):543-7. doi:10.1097/BOT.0000000000001307

11. Purnell GJ, Glass ER, Altman DT, Sciulli RL, Muffly MT, Altman GT. Results of a Computed Tomography Protocol Evaluating Distal Third Tibial Shaft Fractures to Assess Noncontiguous Malleolar Fractures. Journal of Trauma: Injury, Infection & Critical Care. 2011;71(1):163-8. doi:10.1097/TA.0b013e3181edb88f

12. Wang Z, Chen W, Zhu Y, Tian S, Zhao K, Guo J, et al. Incidence and missed diagnosis risk of occult posterior malleolar fractures associated with the tibial shaft fractures: a systematic review. J Orthop Surg Res. 2021;16(1):355. doi:10.1186/s13018-021-02502-6

13. Fisher ND, Bi AS, Parola R, Ganta A, Konda S, Egol KA. Intra-articular fracture patterns associated with tibial shaft fractures: more than just the posterior malleolus. Eur J Orthop Surg Traumatol. 2022;33(6):2283-90. doi:10.1007/s00590-022-03421-w

14. Huang Z, Liu Y, Xie W, Li X, Qin X, Hu J. Pre-operative radiographic findings predicting concomitant posterior malleolar fractures in tibial shaft fractures: a comparative retrospective study. BMC Musculoskelet Disord. 2018;19(1):86. doi:10.1186/s12891-018-1982-1

15. Lisitano L, Mayr E, Rau K, Wiedl A, Reuter J, Foerch S. Accompanying injuries in tibial shaft fractures: how often is there an additional violation of the posterior malleolus and which factors are predictive? A retrospective cohort study. Eur J Trauma Emerg Surg. 2022;48(4):3171-6. doi:10.1007/s00068-021-01866-y

16. Nedder VJ, Moon TJ, Swetz AM, Ochenjele G, Wetzel RJ, Sontich JK, *et al.* Utility of CT Scans for Detecting Operative Malleolar Fractures Associated With Tibial Shaft Fractures. Journal of Orthopaedic Trauma. 2024;38(9):e318-24. doi:10.1097/BOT.0000000000002862

17. Hendrickx LAM, Sobol GL, Langerhuizen DWG, Bulstra AEJ, Hreha J, Sprague S, *et al.* A Machine Learning Algorithm to Predict the Probability of (Occult) Posterior Malleolar Fractures Associated With Tibial Shaft Fractures to Guide “Malleolus First” Fixation. Journal of Orthopaedic Trauma. 2020;34(3):131-8. doi:10.1097/BOT.0000000000001663

18. Kanesan H, Choudhary Z, Singal S, Kanesan M, Hang-Kin Nam R, Radhamony NG, et al. Missed on X-ray, Found on CT: A Retrospective Study on the Diagnostic Yield and Clinical Consequences of Occult Posterior Malleolus Fractures in Tibial Shaft Fractures. Cureus. 2025. doi:10.7759/cureus.94260

19. Behlmer RJ, Simske NM, Graf RM, Kliethermes SA, Lang GJ, Whiting PS. Diagnosing Fractures of the Distal Tibial Articular Surface in Tibia Shaft Fractures: Is Computed Tomography Always Necessary? Journal of Orthopaedic Trauma. 2021;35(9):485-9. doi:10.1097/BOT.0000000000002135

20. Rane A, Jacobson LG, Kellam P, Marchand LS, Working ZM, Steimle JA, *et al.* External Validation of the Radiographic Investigation of the Distal Extension of Fractures Into the Articular Surface of the Tibia (RIDEFAST Study). Journal of Orthopaedic Trauma. 2021;35(9):479-84. doi:10.1097/BOT.0000000000002044

21. Hou Z, Zhang Q, Zhang Y, Li S, Pan J, Wu H. A Occult and Regular Combination Injury: The Posterior Malleolar Fracture Associated With Spiral Tibial Shaft Fracture. Journal of Trauma: Injury, Infection & Critical Care. 2009;66(5):1385-90. doi:10.1097/TA.0b013e31817fdf0a

22. Kleinertz H, Mueller E, Tessarzyk M, Frosch KH, Schlickewei C. Computed tomography-based classifications of posterior malleolar fractures and their inter- and intraobserver reliability: a comparison of the Haraguchi, Bartoníček/Rammelt, and Mason classifications. Arch Orthop Trauma Surg. 2022;142(12):3895-902.

doi:10.1007/s00402-021-04315-y

23. Bi AS, Fisher ND, Parola R, Ganta A, Konda SR, Egol KA. Can we predict size, Haraguchi type and preoperative displacement of posterior malleolar fractures in association with tibial shaft fractures? Eur J Orthop Surg Traumatol. 2022;33(5):1641-51. doi:10.1007/s00590-022-03327-7

24. Qi H, Li Z, Ma T, Ren C, Xu Y, Huang Q, et al. One quick and simple fixation method: posterior malleolus fractures in spiral tibial fractures. BMC Musculoskelet Disord. 2023;24(1):244. doi:10.1186/s12891-023-06319-8

25. Li, X, Liu H, Xia G, Sun P. Clinical features of patients with tibial shaft fractures combined with posterior malleolar fractures and construction of prediction model. Medical Journal of the Chinese People's Armed Police Forces [Internet]. Vol. 37. 2026;37(6):466. doi:10.3969/j.issn.1004-3594.2026.06.002