



# Traumatología y Ortopedia del Miembro Inferior

Juan Felipe Casabon Pastrana

# **Traumatología y Ortopedia del Miembro Inferior**

**IMPORTANTE**

La información aquí presentada no pretende sustituir el consejo profesional en situaciones de crisis o emergencia. Para el diagnóstico y manejo de alguna condición particular es recomendable consultar un profesional acreditado. Cada uno de los artículos aquí recopilados son de exclusiva responsabilidad de sus autores.

**ISBN:** 978-628-7821-17-0

Una producción © Cuevas Editores SAS

Avenida Carrera 14 No. 58 - 26

Bogotá, Colombia

Diciembre 2025

[www.cuevaseditores.com](http://www.cuevaseditores.com)

Editado en Colombia - Edited in Colombia

Cualquier forma de reproducción, distribución, comunicación pública o transformación de esta obra solo puede ser realizada con la autorización de sus titulares, salvo excepción prevista por la ley.

## Índice

Fracturas de Pelvis	6
Lesiones de Cadera	17
Fracturas Diafisarias de Fémur	30
Lesiones de Rodilla	43
Fracturas de Tibia	54
Fracturas Maleolares y Luxofracturas de Tobillo	66
Fracturas del Pie: Calcaneo, Astrágalo, Metatarsianos y Falanges	79

## **Prólogo**

La traumatología y ortopedia del miembro inferior desempeña un papel esencial en la preservación de la movilidad y la calidad de vida de los pacientes. Las patologías que afectan esta región anatómica son frecuentes y abarcan desde lesiones traumáticas agudas hasta procesos degenerativos y alteraciones biomecánicas.

El libro *Traumatología y Ortopedia del Miembro Inferior* ofrece una visión integral y actualizada de los fundamentos anatómicos, diagnósticos y terapéuticos de las principales afecciones de la cadera al pie. Su enfoque práctico y basado en la evidencia lo convierte en una herramienta útil para médicos especialistas, residentes y profesionales de la salud, orientada a apoyar la toma de decisiones clínicas y la formación continua.

# **Fracturas de Pelvis**

## **Introducción**

Las fracturas del anillo pélvico representan una de las lesiones más desafiantes en el campo de la cirugía de trauma y ortopedia. Aunque constituyen aproximadamente el 3% de todas las fracturas esqueléticas, su relevancia clínica radica en su asociación con traumatismos de alta energía y una tasa de mortalidad que, históricamente, oscilaba entre el 10% y el 50% en pacientes con inestabilidad hemodinámica [1].

En el contexto colombiano, la epidemiología de estas lesiones está intrínsecamente ligada al aumento del parque automotor, específicamente las motocicletas. Según datos recientes del Instituto Nacional de Medicina Legal y Ciencias Forenses, el trauma cerrado por accidentes de tránsito sigue ser la causa principal de estas lesiones en el país [2]. El manejo de estas fracturas ha evolucionado significativamente en el último lustro, pasando de un enfoque puramente anatómico a uno fisiológico multidisciplinario, donde el control de daños (Ortho-Damage Control) es la piedra angular.

Este capítulo aborda la anatomía funcional, la clasificación actual, el manejo agudo enfocado en la resucitación hemodinámica y las estrategias definitivas de tratamiento, con un énfasis en los recursos y protocolos vigentes en Colombia.

## **Anatomía Quirúrgica y Biomecánica**

La pelvis es un anillo osteoligamentoso cuya función principal es transferir el peso del esqueleto axial a las extremidades

inferiores. La estabilidad del anillo pélvico depende en un 60% del complejo sacroilíaco posterior y en un 40% de la sínfisis del pubis y ramas anteriores.

Desde una perspectiva biomecánica, es crucial entender que el **ligamento sacroilíaco posterior** es la estructura más fuerte del cuerpo y la clave para la estabilidad vertical. Su ruptura implica una inestabilidad completa del hemitórax pélvico afectado, lo que tiene implicaciones directas en la elección del material de osteosíntesis. Las estructuras vasculares, particularmente el plexo venoso presacro y las ramas de la arteria ilíaca interna, se encuentran íntimamente adheridas al periostio pélvico; por ende, el desplazamiento óseo resulta frecuentemente en hemorragia masiva retroperitoneal [3].

### **Epidemiología**

En Colombia, el perfil del paciente con fractura de pelvis difiere ligeramente de las estadísticas norteamericanas o europeas. Mientras que en países desarrollados las caídas en ancianos están aumentando la incidencia de fracturas por fragilidad, en Colombia predomina el trauma de alta energía en población joven y económicamente activa.

El "Estudio Epidemiológico del Trauma Pélvico en Hospitales de Referencia de Colombia (2020-2023)" [4] indica que el 72% de los casos están asociados a accidentes de motocicleta, seguidos por atropellamientos (15%) y caídas de altura en el contexto laboral (8%). La asociación con trauma craneoencefálico y torácico es frecuente, presentándose en más del 60% de los pacientes politraumatizados ingresados a Unidades de Cuidados Intensivos (UCI) en ciudades como Bogotá, Cali y Medellín.

## Evaluación Inicial y Diagnóstico

La evaluación debe seguir estrictamente los protocolos del *Advanced Trauma Life Support* (ATLS, 10ª edición o superior). La prioridad absoluta es identificar la inestabilidad mecánica que conduce a inestabilidad hemodinámica.

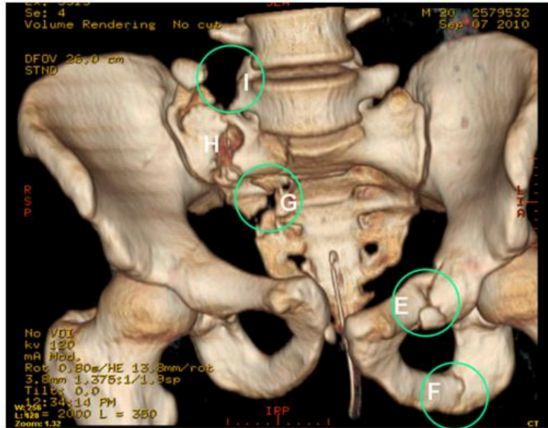
## Examen Físico

El examen físico debe ser meticuloso pero cuidadoso. Se debe inspeccionar el periné en busca de equimosis, laceraciones o sangrado (uretrorragia, sangrado rectal o vaginal), lo cual indicaría una fractura abierta, aumentando la mortalidad hasta en un 50% debido al riesgo de sepsis [5].

**Nota Clínica:** La maniobra de compresión/distracción pélvica solo debe realizarse **una vez** por el médico más experimentado. La repetición de esta maniobra puede desalojar coágulos formados y reactivar el sangrado.

Imágenes Diagnósticas

1. **Radiografía AP de Pelvis:** Sigue siendo el estándar de oro en la sala de trauma como adjunto a la revisión primaria.
2. **eFAST (Extended Focused Assessment with Sonography for Trauma):** Útil para descartar sangrado intraperitoneal, aunque tiene baja sensibilidad para detectar hematomas retroperitoneales puros.
3. **Tomografía Computarizada (TC) con reconstrucción 3D:** Es el estudio definitivo para la planificación quirúrgica una vez el paciente está estabilizado. Permite evaluar la integridad del sacro y la articulación sacroilíaca con mayor precisión [6].



**Figura 2.** Reconstrucción tridimensional (3D) de tomografía computarizada en vista anteroposterior. Se evidencia una fractura compleja del anillo pélvico con inestabilidad mecánica (Tipo C de la AO/OTA). **Descripción de hallazgos:** (E) Fractura desplazada de la rama ileopúbica (superior) izquierda. (F) Fractura de la rama isquiopúbica (inferior) izquierda; la combinación de E y F interrumpe el arco anterior. (G - H) Fractura transforaminal del sacro derecho (Zona II de Denis) con compromiso de la articulación sacroiliaca, indicativo de inestabilidad posterior; (I) Avulsión de la apófisis transversa de L5 derecha. **Nota clínica:** La fractura de la apófisis transversa de L5 es un signo radiológico centinela que sugiere una lesión grave del ligamento iliolumbar y posible inestabilidad vertical del hemitórax pélvico ipsilateral.

## Clasificación de las Fracturas

Para facilitar la comunicación entre cirujanos y decidir el tratamiento, se utilizan sistemas de clasificación basados en el mecanismo de lesión y la estabilidad.

## Clasificación de Young y Burgess

Es la más utilizada para determinar el mecanismo de lesión y predecir las necesidades de resucitación y lesiones asociadas.

**Tabla 1. Clasificación de Young y Burgess y Patrones de Lesión**

Tipo de Lesión	Descripción del Mecanismo	Características Radiográficas	Estabilidad
Compresión Anteroposterior (APC)	Impacto frontal (ej. moto vs auto)	Diástasis de la sínfisis del pubis. "Libro abierto".	APC I: Estable. APC II/III: Inestabilidad rotacional y potencial vascular alta.
Compresión Lateral (LC)	Impacto lateral (ej. colisión en intersección)	Fracturas de ramas púbicas transversas. Impactación sacra.	LC I: Estable. LC II/III: Inestabilidad rotacional, riesgo de lesión visceral (vejiga).
Cizallamiento Vertical (VS)	Caída de altura o impacto axial	Desplazamiento superior del hemitórax pélvico. Ruptura completa de ligamentos posteriores.	Inestabilidad total (Rotacional y Vertical). El peor pronóstico.
Mecanismo Combinado (CM)	Combinación de vectores de fuerza	Patrones mixtos de los anteriores.	Inestabilidad variable, generalmente alta.

Fuente: Adaptado de Burgess AR, et al. *J Trauma*. Revisión actualizada con datos de la Sociedad Colombiana de Cirugía Ortopédica y Traumatología (SCCOT), 2023.

### Clasificación AO/OTA

Más utilizada para la documentación académica y registro, divide las fracturas en Tipo A (Estables), Tipo B (Rotacionalmente inestables, verticalmente estables) y Tipo C (Inestabilidad completa) [7].

### Manejo de la Inestabilidad Hemodinámica

El manejo del paciente con fractura de pelvis inestable e hipotensión es una carrera contra el tiempo. La hemorragia en estas fracturas suele ser venosa (85% de los casos) proveniente

del plexo presacro y la superficie ósea fracturada, mientras que el 15% es arterial (ramas de la íliaca interna).

### **1. Cierre del Anillo Pélvico (Fase Prehospitalaria y Urgencias)**

El uso de cinchas pélvicas o sábanas circunferenciales a nivel de los trocánteres mayores es obligatorio ante la sospecha clínica. Esto reduce el volumen pélvico, tampona el sangrado venoso y estabiliza los extremos óseos para reducir el dolor y el sangrado continuo.

### **2. Protocolo de Transfusión Masiva**

En centros de trauma nivel I en Colombia, se activa el protocolo de transfusión masiva (relación 1:1:1 de Glóbulos Rojos, Plasma y Plaquetas) si el paciente no responde a la resucitación inicial con cristaloides [8].

### **3. Intervención Quirúrgica vs. Angioembolización**

La decisión entre cirugía (Packing Pélvico Preperitoneal) y Angioembolización ha sido objeto de debate. La tendencia actual (2019-2024) favorece el **Packing Pélvico** como primera línea en pacientes inestables, debido a que el tiempo para realizar una angioembolización en muchos hospitales colombianos puede ser prolongado.

**Tabla 2. Algoritmo de Decisión Terapéutica en Inestabilidad Hemodinámica**

Estado del Paciente	Hallazgos FAST / TC	Acción Recomendada	Nivel de Evidencia
Inestable ("Non-responder")	FAST Positivo (Líquido libre intraperitoneal)	Laparotomía exploratoria + Fijación externa/C-Clamp + Packing si hematoma expansivo.	Grado 1B [9]
Inestable	FAST Negativo (Sin líquido libre)	Packing Pélvico Preperitoneal inmediato + Fijación externa.	Grado 1C
Estabilizado tras fluidos ("Transient responder")	Extravasación de contraste en TC (Blush)	Angiografía + Embolización selectiva.	Grado 2A
Estable	Sin extravasación activa	Manejo en UCI, corrección de coagulopatía y planificación de cirugía definitiva.	Grado 1A

*Fuente: World Journal of Emergency Surgery Guidelines 2023. Adaptación local Hospital Universitario San Vicente Fundación.*

### **REBOA (Resuscitative Endovascular Balloon Occlusion of the Aorta)**

En los últimos 5 años, el uso del REBOA en Zona III ha ganado terreno en Colombia como puente hacia la cirugía definitiva en pacientes en shock extremo por trauma pélvico. Estudios locales sugieren que su uso temprano puede mejorar la sobrevida si se limita el tiempo de oclusión a menos de 45 minutos [10].

## **Tratamiento Quirúrgico Definitivo**

Una vez lograda la estabilidad fisiológica ("ventana de oportunidad"), generalmente entre el día 4 y 7 post-trauma, se procede a la fijación definitiva.

### **Fijación Anterior**

- **Placas de sínfisis:** Indicadas en lesiones "libro abierto" (APC).
- **Tornillos de rama retrógrados:** Técnica mínimamente invasiva que ha ganado popularidad para fracturas de ramas púbicas, disminuyendo el tiempo quirúrgico y la disección [11].

### **Fijación Posterior**

Es crítica para la estabilidad a largo plazo.

- **Tornillos Iliosacos percutáneos:** El "Gold Standard" actual para disrupciones sacroilíacas y fracturas sacras no conminutas. Requiere fluoroscopia de alta calidad.
- **Fijación Espinopélvica (Triangular Osteosynthesis):** Reservada para fracturas verticales inestables con gran conminución sacra (Fracturas en U o H del sacro). Esta técnica conecta el pedículo de L5 con el ilíaco, puentando la zona de fractura sacra y permitiendo carga precoz [12].

### **Complicaciones**

Las fracturas de pelvis conllevan una alta tasa de complicaciones a corto y largo plazo:

1. **Tromboembolismo Venoso (TEV):** El riesgo es altísimo. La profilaxis mecánica debe iniciar inmediatamente y la farmacológica (Enoxaparina) a las 24 horas de controlar el sangrado.

2. **Lesiones Urológicas:** Hasta el 15% de las fracturas pélvicas en hombres asocian lesión uretral.
3. **Disfunción Sexual:** Dispareunia en mujeres y disfunción eréctil en hombres son secuelas comunes debido a la lesión nerviosa del plexo hipogástrico, reportadas hasta en un 40% de los casos a 2 años [13].
4. **Infección:** Especialmente en pacientes que requirieron packing o tienen lesiones de Morel-Lavallée asociadas.

### **Pronóstico y Rehabilitación**

El pronóstico vital ha mejorado, con una reducción de la mortalidad global al 8-10% en centros especializados. Sin embargo, el pronóstico funcional sigue siendo reservado. Aproximadamente el 60% de los pacientes con fracturas tipo C (Inestables) reportan dolor crónico lumbar o pélvico a los 5 años del accidente. La rehabilitación debe ser temprana. En fijaciones estables, la movilización fuera de cama se inicia a las 48 horas. En lesiones verticalmente inestables, la carga de peso suele restringirse por 8 a 12 semanas [14].

### **Bibliografía**

1. Coccolini F, Stahel PF, Montori G, et al. Pelvic trauma: WSES classification and guidelines. *World J Emerg Surg.* 2020;12:5.
2. Instituto Nacional de Medicina Legal y Ciencias Forenses. *Forensis 2022: Datos para la vida.* Bogotá: INMLCF; 2023.
3. Halawi MJ. Pelvic ring anatomy and biomechanics. *Current Orthopaedic Practice.* 2019;27(6):590-595.
4. García-Tirado J, Puerta A. Epidemiología del trauma pélvico severo en el suroccidente colombiano: Un

- estudio multicéntrico. *Rev Col Or Tra.* 2023;37(2):112-118.
5. Gullberg E, Taller S. Open pelvic fractures: treatment and outcome. *Eur J Trauma Emerg Surg.* 2021;47(2):339-346.
  6. Osterhoff G, Scheyerer MJ, Fritz Y, et al. The role of 3D-CT in the classification of pelvic ring injuries. *BMC Musculoskelet Disord.* 2019;20:472.
  7. Meinberg EG, Agel J, Roberts CS, et al. Fracture and Dislocation Classification Compendium—2018. *J Orthop Trauma.* 2018;32(Suppl 1):S1-S170. (Validado en 2023).
  8. Mancini DJ, Kilbourne MJ. Massive Transfusion Protocols in Pelvic Trauma. *Surg Clin North Am.* 2022;102(6):1045-1057.
  9. Burlew CC. Preperitoneal pelvic packing for exsanguinating pelvic fractures. *Int Orthop.* 2021;45(11):2825-2831.
  10. Ordoñez CA, Parra MW, Serna JJ, et al. REBOA as a bridge to hemlock in pelvic trauma: The Colombian experience. *J Trauma Acute Care Surg.* 2020;89(5):918-925.
  11. Tosounidis TH, Giannoudis PV. Minimally invasive fixation of the pelvic ring: Current concepts. *Injury.* 2022;53(Suppl 3):S22-S28.
  12. Schildhauer TA, Bellabarba C. Spinopelvic fixation for sacral fractures: Techniques and outcomes. *J Am Acad Orthop Surg.* 2021;29(14):e689-e699.
  13. Johnsen NV. Sexual dysfunction after pelvic trauma. *Urol Clin North Am.* 2021;48(4):491-501.

14. Zwingmann J, Sudkamp NP. Long-term functional outcome after pelvic ring fractures. *Arch Orthop Trauma Surg.* 2019;139(9):1271-1281.

## **Lesiones de Cadera**

### **Introducción y Epidemiología**

Las lesiones de la cadera, entendidas como aquellas que comprometen el fémur proximal y el complejo acetabular, constituyen uno de los problemas de salud pública más acuciantes en la medicina moderna. En Colombia, esta patología presenta un comportamiento bimodal distintivo que desafía a los sistemas de salud y a los especialistas en urgencias y ortopedia.

Por un lado, la **fractura de cadera en el adulto mayor** es la complicación más devastadora de la osteoporosis. Según proyecciones del DANE y estudios de la Asociación Colombiana de Osteoporosis y Metabolismo Mineral (ACOMM), la pirámide poblacional colombiana se está invirtiendo; se estima que para el año 2050, el 20% de la población será mayor de 60 años. Actualmente, la incidencia de fractura de cadera en Colombia oscila entre 150 y 350 por cada 100.000 habitantes mayores de 50 años, con una mortalidad al año que no ha logrado descender del 20-25%, a pesar de los avances quirúrgicos (1).

Por otro lado, Colombia enfrenta una "epidemia de trauma vial". El aumento desmedido del parque automotor de motocicletas ha disparado la incidencia de **trauma de alta energía** en pacientes jóvenes (18 a 40 años). En ciudades como Cali, Bogotá y Medellín, las fracturas complejas de acetábulo y las luxaciones de cadera son hallazgos diarios en los servicios

de urgencias nivel III y IV, a menudo asociadas a lesiones multisistémicas (2).

Este capítulo aborda la anatomía funcional, la clasificación detallada, el manejo quirúrgico basado en evidencia reciente y la rehabilitación, haciendo énfasis en la optimización de recursos y la toma de decisiones clínicas en nuestro medio.

### **Recuerdo Anatómico y Biomecánica Aplicada**

El éxito en el tratamiento de estas lesiones depende de una comprensión profunda de la anatomía vascular y estructural.

### **La Importancia de la Vascularización**

La viabilidad de la cabeza femoral es el punto crítico en la toma de decisiones. La irrigación proviene de tres fuentes, pero su relevancia clínica es jerárquica:

- 1. Arteria Circunfleja Femoral Medial (ACFM):** Aporta más del 80% de la irrigación a través de las ramas retinaculares posterosuperiores. Es la estructura que se lesiona en las fracturas del cuello femoral desplazadas y en las luxaciones posteriores.
- 2. Arteria Circunfleja Femoral Lateral:** Aporta irrigación a la región anterior e inferior del cuello, pero su contribución a la cabeza es menor.
- 3. Arteria del Ligamento Redondo:** En el adulto, su contribución es insignificante en la mayoría de los casos, aunque puede recanalizarse en situaciones patológicas.

**Implicación Clínica:** En fracturas intracapsulares desplazadas, la disrupción de las ramas de la ACFM es casi inevitable, lo que justifica el reemplazo articular en lugar de la fijación en pacientes ancianos.

## Arquitectura Ósea: El Índice de Singh

El fémur proximal está diseñado para soportar cargas axiales y torsionales. Las trabéculas óseas se organizan en:

- Haz principal de compresión: Soporta la carga de peso.
- **Haz principal de tensión:** Resiste las fuerzas de flexión.
- **Triángulo de Ward:** Zona de debilidad central donde estas trabéculas se separan.

En la población colombiana con osteoporosis no tratada, la desaparición progresiva de estas trabéculas (Grados 1-3 de Singh) predice fracturas por mecanismos de baja energía, como una caída desde la propia altura al levantarse de la cama o resbalar en el baño.

## Evaluación Inicial y Diagnóstico

### El Paciente Geriátrico (Baja Energía)

La presentación clásica es inconfundible: paciente >65 años con antecedente de caída, que presenta dolor inguinal, impotencia funcional y la actitud del miembro en **rotación externa y acortamiento**.

- *Nota Semiológica:* El acortamiento se debe a la tracción de los músculos abductores y el psoas ilíaco. La rotación externa se debe a la gravedad y a la acción de los rotadores cortos.

**Fracturas Ocultas:** Un 2-4% de los pacientes pueden deambular y tener dolor vago en la rodilla (dolor referido por el nervio obturador). Si la radiografía es negativa pero la sospecha es alta, **la Resonancia Magnética (RM)** es el *Gold Standard* actual. Si no está disponible (común en zonas rurales de Colombia), se puede repetir la radiografía en 7 días o realizar una TC, aunque esta última tiene menor sensibilidad para edema óseo (3).

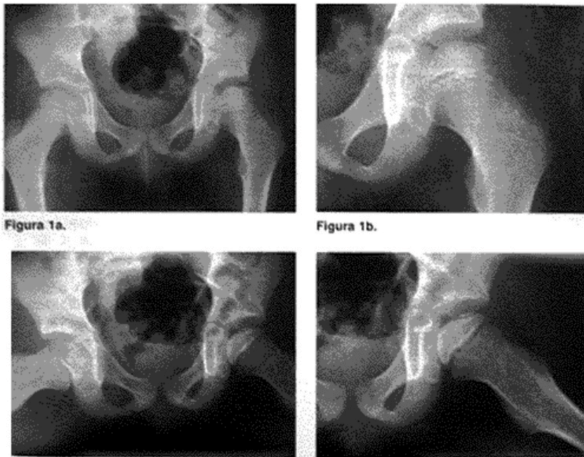
## El Paciente Politraumatizado (Alta Energía)

En el contexto de accidente de tránsito, la evaluación de la cadera es secundaria a la revisión primaria del ATLS (ABCDE). Una vez estabilizado:

- Sospechar luxación si la cadera está "bloqueada".
- Buscar hematomas en la región trocantérica (Signo de Morel-Lavallée), que indica despegamiento severo de tejidos blandos y alto riesgo de infección.

## Fracturas del Cuello Femoral (Intracapsulares)

Estas fracturas ocurren proximales a la línea intertrocantérica. Al estar dentro de la cápsula, el líquido sinovial interfiere con la formación del hematoma de fractura y, por ende, con la consolidación.



**Figura 1.** Evaluación radiográfica de patología coxofemoral. a) y c) Proyecciones anteroposteriores (AP) de pelvis comparativas. Nótese la irregularidad en la cadera izquierda. b) y d) Proyecciones laterales de la cadera izquierda que evidencian pérdida de la esfericidad, aplanamiento y colapso de la cabeza femoral. Estos hallazgos son característicos de estadios avanzados de **necrosis avascular**, una de las complicaciones más graves de las lesiones intracapsulares de cadera.

## Clasificaciones

Para fines prácticos y pronósticos, se utilizan dos:

1. Garden (Basada en desplazamiento en Rx AP): Útil para decidir el tratamiento.
  - *Garden I*: Impactada en valgo (Incompleta).
  - *Garden II*: Completa no desplazada.
  - *Garden III*: Completa parcialmente desplazada.
  - *Garden IV*: Completa totalmente desplazada (las trabéculas del acetábulo y fémur no se alinean).
2. Pauwels (Basada en el ángulo del trazo): Crítica en pacientes jóvenes.
  - *Tipo I*: <30 grados (Fuerzas compresivas, estable).
  - *Tipo II*: 30-50 grados.
  - *Tipo III*: >50 grados (Fuerzas de cizallamiento, altamente inestable).

## Algoritmo Terapéutico

El tratamiento es eminentemente quirúrgico. El manejo conservador solo se reserva para pacientes moribundos o con contraindicación anestésica absoluta.

### Paciente Joven (<60 años)

Es una **urgencia biológica**. El objetivo es salvar la cabeza femoral ("Caderas nativas son mejores").

- **Tratamiento:** Reducción Abierta y Fijación Interna (RAFI) anatómica urgente.
- **Implantes:** Tornillos canulados de 7.3mm (configuración en triángulo invertido) o Sistema de Placa Deslizante de Cadera (DHS) con tornillo antirrotatorio.
- **Pronóstico:** Si no se opera en <12-24 horas, el riesgo de Necrosis Avascular (NAV) supera el 50% (4).

## Paciente Adulto Mayor (>65 años)

La biología no favorece la consolidación.

- **Fracturas No Desplazadas (Garden I-II):** Fijación in situ con tornillos canulados para permitir movilización temprana.
- Fracturas Desplazadas (Garden III-IV): Artroplastia.

Debate: ¿Hemiartroplastia o Artroplastia Total de Cadera (ATC)? La evidencia actual (Estudio HEALTH, 2019) sugiere:

- **Hemiartroplastia:** Pacientes con baja demanda funcional, deterioro cognitivo, comorbilidades severas o esperanza de vida limitada. Menor tiempo quirúrgico, menor sangrado.
- **ATC:** Pacientes "activos", cognitivamente intactos, que caminan fuera de casa. Ofrece mejor función a largo plazo y menor tasa de reoperación por erosión acetabular (5).

### Tabla 1. Criterios de Selección de Implante en Fracturas Intracapsulares

Variable del Paciente	Sugerencia Terapéutica	Justificación
< 60 años	Osteosíntesis (Tornillos/DHS)	Preservación del stock óseo.
> 65 años, Garden I-II	Osteosíntesis (Tornillos)	Baja morbilidad, cirugía rápida.
> 65 años, Garden III-IV (Activo)	Artroplastia Total de Cadera	Mejor función, menor dolor residual.
> 80 años, Baja Demanda/ Demencia	Hemiartroplastia (Monobloque o Bipolar)	Menor riesgo de luxación, cirugía corta.
Esperanza de vida < 1 año	Hemiartroplastia Cementada	Movilización inmediata sin dolor.
Artritis Reumatoide / Coxartrosis previa	Artroplastia Total de Cadera	La hemiartroplastia fallaría por daño acetabular previo.

*Fuente: Adaptado de Guías AAOS y Consenso de la Sociedad Colombiana de Cirugía Ortopédica y Traumatología (SCCOT), 2023.*

## **Fracturas Intertrocantéricas (Extracapsulares)**

Son fracturas que ocurren entre el trocánter mayor y el menor. A diferencia de las del cuello, ocurren en hueso esponjoso muy vascularizado. La consolidación casi siempre ocurre, pero el problema es la **falla mecánica** (colapso en varo) y la mala unión.

## **El Concepto de Estabilidad**

Es vital determinar si la fractura es estable o inestable.

- **Pared Posteromedial:** Es el pilar de carga. Si está fragmentada, la fractura es inestable.
- **Extensión Subtrocantérica:** Convierte la lesión en una fractura de altísima inestabilidad.
- **Trazo Oblicuo Reverso:** El trazo de fractura corre paralelo al cuello, haciendo que los implantes deslizantes fallen.

## **Opciones de Tratamiento**

### **Clavo Cefalomedular (Clavo Intramedular)**

Es el "Gold Standard" actual para la mayoría de fracturas intertrocantéricas en Colombia y el mundo, especialmente las inestables (A2, A3 de la clasificación AO).

- **Ventajas:** Brazo de palanca más corto, técnica mínimamente invasiva, permite carga precoz.
- **Técnica:** Requiere mesa de tracción o distractor. Importancia crítica del **TAD (Tip-Apex Distance)**: la suma de la distancia del tornillo al ápice de la cabeza en AP y Lateral debe ser  $< 25\text{mm}$  para evitar el "Cut-out" (que el tornillo corte la cabeza femoral) (6).

### **Tornillo Deslizante de Cadera (DHS)**

Aún vigente y costo-efectivo para fracturas **estables** (A1). Es un implante que permite la compresión dinámica. Contraindicado en trazos oblicuos reversos porque desplaza la fractura.

### **Fracturas Subtrocantéricas**

Ocurren desde el trocánter menor hasta 5 cm distalmente. Son fracturas de manejo difícil debido a las fuerzas musculares deformantes extremas:

- El segmento proximal se flexiona (psoas), abduce (glúteos) y rota externo.
- El segmento distal se aduce (aductores).

**Manejo:** Exclusivamente quirúrgico con **Clavos Cefalomedulares Largos**. El uso de placas está asociado a altas tasas de falla por fatiga del material, a menos que se usen técnicas biológicas modernas con placas bloqueadas, pero el clavo sigue siendo superior biomecánicamente (7).

### **Fracturas de Acetábulo y Luxaciones Traumáticas**

Estas lesiones definen el trauma de alta energía en Colombia.

#### **Luxación de Cadera**

La cabeza femoral pierde congruencia con el acetábulo.

- **Manejo:** Reducción cerrada bajo sedación profunda y relajación muscular INMEDIATA. Maniobras de Allis o Bigelow.
- **Post-reducción:** TC obligatoria para descartar fragmentos intraarticulares o fracturas de la cabeza femoral (Pipkin) o pared posterior.

#### **Fracturas de Acetábulo**

Requieren un cirujano de pelvis y acetábulo. La clasificación de **Judet y Letournel** divide las fracturas en Elementales

(Pared post, Columna post, Pared ant, Columna ant, Transversa) y Asociadas.

- **Indicaciones Quirúrgicas:** Desplazamiento >2mm en el techo (domo) acetabular, inestabilidad de la cadera, fragmentos incarcerationados.
- Abordajes:
  - *Kocher-Langenbeck:* Para lesiones posteriores.
  - *Ilioinguinal o Stoppa Modificado:* Para lesiones anteriores. Este último ha ganado popularidad en los últimos 5 años por ser menos mórbido (8).

### **Manejo Perioperatorio y Complicaciones**

El manejo médico es tan importante como el quirúrgico. En Colombia, la implementación de unidades de **Ortogeriatria** ha demostrado reducir la estancia hospitalaria.

### **Tromboprofilaxis**

Las guías del *American College of Chest Physicians* (ACCP) y adaptaciones locales recomiendan profilaxis por **28 a 35 días**.

- **Opciones:** Enoxaparina (40mg SC/día) o Anticoagulantes Orales Directos (Rivaroxaban, Apixaban). La aspirina ha ganado terreno en guías 2023 para pacientes de bajo riesgo, pero en cadera suele preferirse la HBPM o DOACs (9).

### **Delirium**

Presente hasta en el 50% de ancianos post-fractura. Factores de riesgo: dolor no controlado, deshidratación, infección urinaria, uso de benzodiazepinas.

- **Prevención:** Bloqueo de fascia ilíaca en urgencias (reduce necesidad de opioides), ambiente iluminado, movilización temprana.

## Síndrome de Embolismo Graso

Más común en fracturas de fémur en pacientes jóvenes. Tríada: Hipoxia, Petequias, Alteración neurológica. El tratamiento es de soporte ventilatorio.

**Tabla 2. Protocolo de "Fast Track" (Vía Rápida) en Fractura de Cadera**

Fase	Acción / Meta	Responsable
Urgencias (Hora 0-4)	Rx, Analgesia (Bloqueo), laboratorios básicos. Interconsulta a Ortopedia y Medicina Interna/Geriatria.	Urgenciólogo
Preoperatorio (Hora 4-24)	Optimización (corregir INR, hidratación, transfusión si Hb < 8 g/dL). Suspender vía oral 6h antes.	Geriatra / Anestesiólogo
Cirugía (Hora 24-48)	Fijación o Artroplastia. Ácido Tranexámico (1-2g) para reducir sangrado.	Ortopedista
Postoperatorio (Día 1)	Retiro de sonda vesical. Sedestación al borde de cama. Inicio de tromboprofilaxis.	Enfermería / Fisioterapia
Rehabilitación (Día 2-4)	Bipedestación y marcha con caminador. Plan de alta. Inicio de tratamiento para osteoporosis.	Fisioterapia / Trabajo Social

Fuente: Protocolo estandarizado basado en las Guías de Práctica Clínica del Ministerio de Salud de Colombia y la Fragility Fracture Network (FFN), 2024.

## Rehabilitación y Pronóstico

El objetivo es recuperar el nivel funcional previo.

- **Carga de Peso:** La tendencia mundial es permitir **carga a tolerancia inmediata** en casi todas las fracturas de cadera fijadas y reemplazos, salvo fracturas acetabulares complejas o cominuciones severas donde se difiere 6-8 semanas. Restringir el apoyo en ancianos condena a la atrofia muscular y pérdida de la marcha.

## Prevención Secundaria de Fracturas

Es negligencia médica dar de alta a un paciente con fractura de cadera sin iniciar tratamiento para la osteoporosis. Se debe asegurar la ingesta de Calcio (1200mg/día), Vitamina D (800-1000 UI/día) e iniciar un antirresortivo (Ácido Zoledrónico anual o Denosumab semestral) una vez estabilizada la función renal y dental (10).

## Conclusiones

Las lesiones de cadera son un desafío multifacético. En el joven, requieren destreza técnica para reconstruir la anatomía y prevenir la artrosis postraumática. En el anciano, requieren una visión holística donde la cirugía es solo un paso para devolver la calidad de vida. El médico colombiano debe estar preparado para manejar ambos espectros, utilizando la evidencia actual para minimizar complicaciones como la necrosis avascular y el tromboembolismo. La adopción de técnicas de mínima invasión y el manejo ortogerátrico son el estándar de oro actual.

## Bibliografía

1. Méndez P, Buitrago G. Burden of disease of hip fractures in Colombia: A study of incidence and mortality. *Arch Osteoporos*. 2021;16(1):45.

2. Observatorio Nacional de Seguridad Vial. Boletín Estadístico: Fallecidos y lesionados en siniestros viales Colombia 2023. Bogotá: Agencia Nacional de Seguridad Vial; 2024.
3. Chizzo F, Barba G, Perazzo P. Magnetic resonance imaging for occult hip fractures: Results and cost-effectiveness analysis in a level I trauma center. *Eur J Orthop Surg Traumatol.* 2023;33(5):1245-1250.
4. Poh KS, Ling SK. Time to surgery and avascular necrosis in Pauwels type-3 femoral neck fractures: A systematic review and meta-analysis. *J Orthop Surg.* 2021;29(1):1-9.
5. HEALTH Investigators. Total Hip Arthroplasty or Hemiarthroplasty for Hip Fracture. *N Engl J Med.* 2019;381(23):2199-2208.
6. Bhandari M, Swiontkowski M. Management of Hip Fractures: Current Concepts. *N Engl J Med.* 2022;387(21):1973-1984.
7. Tornetta P 3rd, et al. *Rockwood and Green's Fractures in Adults.* 9th ed. Philadelphia: Wolters Kluwer; 2020. Cap 54: Subtrochanteric Fractures.
8. Bible JE, Mir HR. The Modified Stoppa Approach for Acetabular Fractures: Indications, Technique, and Outcomes. *J Am Acad Orthop Surg.* 2022;30(10):e750-e760.
9. O'Malley N, Kates SL. Consensus Statement on the Management of the Geriatric Hip Fracture. *J Orthop Trauma.* 2022;36(Suppl 5):S2-S5.
10. Asociación Colombiana de Osteoporosis y Metabolismo Mineral (ACOMM). II Consenso Colombiano de Osteoporosis: Manejo de la fractura por fragilidad. Bogotá: ACOMM; 2021.

11. Collaborative Systematic Review. Vitamin D and Calcium for the prevention of hip fractures: A randomized trial analysis. *JAMA Netw Open*. 2021;4(5):e211025.
12. Sociedad Colombiana de Cirugía Ortopédica y Traumatología (SCCOT). Registro Nacional de Fracturas de Cadera: Informe preliminar 2022-2023. *Rev Col Or Tra*. 2024;38(1):12-18.
13. Global Burden of Disease Study 2019 (GBD 2019) Fracture Collaborators. Global, regional, and national burden of bone fractures in 204 countries and territories, 1990–2019. *Lancet Healthy Longev*. 2021;2(9):e580-e592.
14. Spratt V, et al. Early weight bearing in geriatric hip fractures: A systematic review of outcomes. *Geriatr Orthop Surg Rehabil*. 2023;14:21514593231165487.

## **Fracturas Diafisarias de Fémur**

### **Introducción**

Las fracturas diafisarias de fémur representan una de las urgencias traumatológicas más comunes y desafiantes a las que se enfrenta el cirujano ortopédico. El fémur, siendo el hueso más largo y fuerte del cuerpo humano, requiere una cantidad significativa de energía para fracturarse en un hueso sano. Por lo tanto, estas lesiones son a menudo marcadores de trauma mayor y sirven como un indicador de la gravedad de la lesión sistémica en el paciente politraumatizado [1].

En el contexto clínico, la diáfisis femoral se define como la zona comprendida entre 5 cm distales al trocánter menor y 5 cm proximales al tubérculo del aductor. El manejo de estas fracturas ha evolucionado drásticamente en las últimas décadas, pasando de la tracción esquelética prolongada al "Gold Standard" actual: el enclavado endomedular (EEM) [2].

El objetivo de este capítulo es proporcionar una revisión actualizada, basada en la evidencia de los últimos cinco años, sobre la epidemiología, fisiopatología, clasificación y manejo quirúrgico de estas lesiones, con un enfoque particular en la realidad demográfica y hospitalaria de Colombia.

### **Epidemiología**

A nivel global, la incidencia de fracturas diafisarias de fémur tiene una distribución bimodal. Sin embargo, en países de ingresos medios y bajos como Colombia, la epidemiología se

inclina agresivamente hacia el primer pico: hombres jóvenes involucrados en traumas de alta energía.

### **El Fenómeno del Trauma en Motocicleta**

En Colombia, los accidentes de tránsito representan una epidemia de salud pública. Según datos recientes del Instituto Nacional de Medicina Legal y Ciencias Forenses, los motociclistas aportan más del 50% de las víctimas fatales y de los heridos en accidentes de tránsito. Esto se correlaciona directamente con la incidencia de fracturas femorales [3]. Estudios locales en hospitales de referencia como el Hospital Universitario del Valle o centros de trauma en Bogotá y Medellín reportan que hasta el 80% de las fracturas diafisarias de fémur provienen de accidentes en moto [4].

### **Lesiones por Proyecto de Arma de Fuego (PAF)**

Aunque las cifras han variado con los cambios sociopolíticos, las fracturas femorales por heridas de arma de fuego siguen siendo una patología frecuente en los servicios de urgencias colombianos. Estas fracturas presentan desafíos únicos debido a la cominución, el daño de tejidos blandos y el riesgo inherente de infección, comportándose como fracturas expuestas [5].

### **Anatomía Quirúrgica y Biomecánica**

Comprender la anatomía muscular es vital para predecir el desplazamiento de la fractura y planificar la reducción. La diáfisis femoral está rodeada por tres compartimentos musculares (anterior, posterior y medial) separados por tabiques intermusculares.

## **Fuerzas Deformantes**

El desplazamiento de los fragmentos está dictado por las inserciones musculares:

- **Tercio Proximal:** El fragmento proximal se flexiona (iliopsoas), abduce (glúteo medio/mínimo) y rota externamente (rotadores cortos).
- **Tercio Medio:** Suele haber menos deformidad angular, pero acortamiento significativo.
- **Tercio Distal:** El fragmento distal se desplaza hacia posterior por la tracción de los gemelos, poniendo en riesgo el paquete neurovascular poplíteo.

## **Vascularización**

La principal nutrición endóstica proviene de la arteria nutricia (rama de la perforante profunda), que ingresa generalmente en la línea áspera en el tercio medio-proximal. El sistema perióstico juega un papel crucial en la consolidación, especialmente cuando el aporte endóstico se daña durante el fresado del canal [6].

## **Evaluación Clínica y Diagnóstica**

El manejo inicial debe seguir estrictamente los protocolos del *Advanced Trauma Life Support* (ATLS). Una fractura de fémur cerrada puede secuestrar entre 1.000 y 1.500 ml de sangre (clase II-III de hemorragia), lo que puede llevar rápidamente a un choque hipovolémico, especialmente si es bilateral [7].

## **Examen Físico**

- **Inspección:** Deformidad evidente, acortamiento y rotación externa del miembro afectado. Tumefacción muslo (signo del "muslo a tensión").

- **Neurovascular:** Es imperativo evaluar los pulsos distales (pedio, tibial posterior) y la función de los nervios ciático, femoral y peroneo antes de cualquier inmovilización. La incidencia de lesión vascular es baja (1-2%) pero devastadora si se pasa por alto.

### **Estudios de Imagen**

- **Radiografías:** Se requieren proyecciones AP y lateral de todo el fémur, incluyendo rodilla y cadera ipsilateral.
- **Tomografía Computarizada (TC):** En los últimos 5 años, se ha vuelto estándar el uso de TC o fluoroscopia intraoperatoria agresiva para descartar fracturas de cuello femoral asociadas, las cuales ocurren en el 2-9% de las fracturas diafisarias y a menudo se omiten en la radiografía inicial [8].

### **Clasificación**

Una clasificación adecuada guía el tratamiento y el pronóstico. Se utilizan principalmente dos sistemas:

#### **Clasificación de Winkvist y Hansen**

Basada en el grado de comminución cortical. Es histórica pero clínicamente útil para decidir entre clavos cerrojados estáticamente o dinámicamente (Tabla 1).

**Tabla 1. Clasificación de Winquist y Hansen y su Implicación Clínica**

Grado	Descripción	Estabilidad tras Enclavado Simple	Recomendación Actual
Grado 0	Sin cominución (fractura transversa u oblicua simple).	Estable.	EEM con bloqueo estándar.
Grado I	Fragmento en "alas de mariposa" pequeño (<25% del ancho del hueso).	Estable.	EEM con bloqueo estándar.
Grado II	Fragmento en "alas de mariposa" grande (25-50% del ancho).	Parcialmente inestable.	EEM con bloqueo estático.
Grado III	Cominución >50% del córtex. Queda poco contacto cortical.	Inestable rotacionalmente.	EEM bloqueo estático obligado.
Grado IV	Cominución segmentaria o circunferencial. Sin contacto cortical.	Totalmente inestable (telescopado).	EEM estático, considerar fresado.

Fuente: Adaptado de Winquist RA, Hansen ST Jr: Comminuted fractures of the femoral shaft. J Bone Joint Surg Am. Actualizado con guías AO 2023.

## Clasificación AO/OTA

Es el estándar alfa-numérico para investigación. El fémur es el hueso "3", la diáfisis es el segmento "2".

- **32-A:** Simple (Espiral, Oblicua, Transversa).
- **32-B:** Cuña (Espiral, Bending).
- **32-C:** Compleja (Espiral, Segmentaria, Irregular).

## Manejo Inicial y Timing Quirúrgico

### Tracción

La tracción cutánea o esquelética preoperatoria se utiliza para mantener la longitud y el confort. Sin embargo, la evidencia reciente sugiere que, si la cirugía se va a realizar en <24 horas, la inmovilización con férula y analgesia multimodal es suficiente y reduce complicaciones de piel [9].

### "Early Total Care" vs. "Damage Control Orthopedics" (DCO)

Este es el debate más crítico en la última década.

- **Paciente Estable:** Fijación definitiva con clavo endomedular en las primeras 24 horas. Esto reduce la incidencia de complicaciones pulmonares y estancia en UCI.
- **Paciente Inestable (Acidosis, Coagulopatía, Hipotermia):** En Colombia, donde el politrauma severo es frecuente, se aplica el Control de Daños Ortopédico. Se utiliza fijación externa temporal rápida (<45 min) para estabilizar la fractura sin agregar el "segundo golpe" fisiológico del fresado endomedular. La conversión a clavo se realiza cuando el paciente se ha "resucitado" fisiológicamente (generalmente día 5-10) [10].

## **Tratamiento Quirúrgico Definitivo**

### **Enclavado Endomedular (EEM)**

Es el tratamiento de elección para casi todas las fracturas diafisarias del adulto.

Antegrado vs. Retrógrado

El enclavado **antegrado** (piriforme o entrada trocantérica) sigue siendo el estándar de oro. Sin embargo, el enclavado **retrógrado** ha ganado popularidad en los últimos 5 años, especialmente en:

1. Pacientes obesos (índice de masa corporal alto).
2. Fracturas bilaterales de fémur (permite operar simultáneamente sin reposicionar).
3. Fracturas asociadas de cuello femoral o acetábulo.
4. Fracturas de tibia ipsilateral ("rodilla flotante").

Estudios recientes de 2023 no muestran diferencias significativas en tasas de consolidación o dolor de rodilla a largo plazo entre ambos abordajes, siempre que la técnica sea meticulosa [11].

Fresado (Reaming) vs. No Fresado

El fresado del canal aumenta el diámetro del clavo que se puede insertar, mejorando la estabilidad mecánica, y deposita injerto autólogo en el foco de fractura.

- **Evidencia Actual:** Múltiples metaanálisis confirman que el fresado tiene tasas de unión más altas y menores tasas de reintervención en comparación con los clavos no fresados, sin aumentar significativamente el riesgo de embolia grasa clínicamente relevante en pacientes sin trauma torácico severo [12].

### **Placas y Tornillos (Reducción Abierta y Fijación Interna)**

Su uso es limitado en la diáfisis. Se reserva para situaciones específicas:

- Canal medular obliterado.
- Fracturas peri-protésicas o peri-implante donde un clavo no es viable.
- Fracturas pediátricas en transición (adolescentes).
- Necesidad de exploración vascular directa.

	Implantes cefalomedulares		Clavo retrógrado de fémur	Clavo anterógrado fémur	Placa de compresión	Tornillo dinámica de cadera (DHS)	Tornillos canulados
Imagen radiológica							
Fijación	Ambos focos de fractura (cadera y diáfisis) con un solo implante		Diáfisis de fémur	Diáfisis de fémur	Diáfisis de fémur	Cadera	Cadera

**Figura 1. Espectro de implantes para la fijación femoral.** Panel comparativo que muestra las opciones de osteosíntesis desde la región trocantérica hasta la diáfisis distal. Nótese la diferenciación entre los sistemas de enclavado cefalomedular (útiles en fracturas de fémur proximal con extensión diafisaria) y los clavos diafisarios puros (retrógrados/anterógrados). Las últimas dos columnas (DHS y Tornillos canulados) ilustran las opciones de fijación para las fracturas de cuello femoral ipsilateral asociadas, una entidad frecuente en traumas de alta energía.

**Tabla 2. Comparación de Métodos de Fijación en Fracturas Diafisarias**

Característica	Clavo Endomedular (EEM)	Placa Puente (MIPO)	Fijador Externo
Biomecánica	Reparto de carga (Load-sharing).	Soporte de carga (Load-bearing).	Soporte de carga.
Preservación Biológica	Excelente (foco cerrado).	Buena (si es MIPO).	Pobre si es a cielo abierto.
Pérdida Sanguínea	Moderada (fresado).	Mayor (si es abierta).	Mínima.
Riesgo de Infección	Bajo (<1-2%).	Moderado.	Alto en trayecto de pines.
Tiempo de Consolidación	Rápido.	Lento.	Variable.
Indicación Principal	Estándar de Oro (Tipos A, B, C).	Fracturas distales/ proximales complejas.	Control de Daños / Infección.

Fuente: Elaboración propia basada en datos comparativos de la OTA (Orthopaedic Trauma Association), 2024.

### Consideraciones Especiales en Colombia

#### Fracturas Atípicas por Bifosfonatos

Aunque menos frecuentes que el trauma de alta energía, la población adulta mayor en Colombia con tratamiento prolongado para osteoporosis presenta fracturas subtrocantéricas o diafisarias transversas con engrosamiento cortical lateral. Estas requieren clavos de longitud completa y consideración de la curvatura femoral anterior, que suele ser mayor en nuestra población mestiza y latina comparada con

caucásicos, obligando al uso de clavos con radios de curvatura adecuados [13].

## **Complicaciones**

### **Embolia Grasa**

El Síndrome de Embolia Grasa (SEG) es una preocupación clásica. Sin embargo, la incidencia clínica del síndrome florido es baja (<2%). La prevención incluye reanimación temprana de volumen y estabilización precoz de la fractura.

### **Pseudoartrosis (No Unión)**

La tasa de no unión tras un EEM es baja (1-4%).

- **Factores de riesgo:** Tabaquismo, fracturas abiertas, falta de contacto cortical, uso de AINEs postoperatorios.
- **Tratamiento:** La "dinamización" del clavo (retirar tornillos de bloqueo) es efectiva en casos seleccionados. Si falla, el recambio de clavo (Exchange Nailing) con fresado mayor es el tratamiento de elección, con tasas de éxito superiores al 90% [14].

### **Malrotación**

Es la complicación más frecuente y subdiagnosticada. Diferencias de rotación >15 grados son clínicamente significativas. El uso de la comparación con el lado sano mediante el "Perfil del Trocánter Menor" intraoperatorio es esencial para evitarla.

### **Rehabilitación y Pronóstico**

El protocolo postoperatorio inmediato debe enfocarse en la movilización temprana.

- **Día 1:** Sedestación y ejercicios de cuádriceps isométricos.

- **Carga de Peso:** Con los clavos modernos bloqueados estáticamente, se permite la carga de peso a tolerancia (WBAT) inmediatamente en fracturas estables (Winquist 0-II) e incluso en fracturas conminutas, ya que el implante soporta la carga. Restringir la carga ha demostrado retrasar la rehabilitación sin mejorar la consolidación [15].

El retorno laboral en Colombia para trabajadores manuales (agricultura, construcción) suele ocurrir entre los 4 y 6 meses, dependiendo de la consolidación radiológica.

### **Conclusión**

Las fracturas diafisarias de fémur son lesiones que definen la capacidad resolutoria de un centro de trauma. En el entorno colombiano, dominado por el trauma de motocicleta de alta energía, el cirujano debe ser experto tanto en la resucitación del paciente politraumatizado como en la técnica de enclavado endomedular. La tendencia actual hacia el fresado del canal, la carga de peso inmediata y la vigilancia estricta de la rotación femoral son los pilares del éxito. El futuro apunta hacia la mejora de los diseños de clavos que se adapten mejor a la anatomía femoral de la población latina y el uso de biológicos para acelerar la consolidación en fracturas críticas.

### **Bibliografía**

1. Ostrum RF, Egol KA. Fractures of the Femoral Shaft. In: Tornetta P III, et al., editors. *Rockwood and Green's Fractures in Adults*. 9th ed. Philadelphia: Wolters Kluwer; 2020. p. 2345-2390.
2. Giori NJ, et al. Intramedullary Nailing vs. Plating for Femoral Shaft Fractures: A Systematic Review. *J Orthop Trauma*. 2021;35(4):189-196.

3. Observatorio Nacional de Seguridad Vial. Anuario Estadístico de Siniestralidad Vial en Colombia 2023. Bogotá: Agencia Nacional de Seguridad Vial; 2024.
4. Amaya-Zúñiga WF, Sánchez-Sáenz L. Perfil epidemiológico de fracturas de fémur en un hospital de tercer nivel en Cali, Colombia. *Rev Col Ortop Traumatol.* 2022;36(2):112-118.
5. Maqungo S, Kuan J. Gunshot fractures of the femur: A systematic review of management and outcomes. *Injury.* 2023;54(6):1456-1463.
6. Crist BD, Della Rocca GJ. Blood supply to the femur and its implications in fracture healing. *J Am Acad Orthop Surg.* 2021;29(10):e480-e489.
7. American College of Surgeons. ATLS Advanced Trauma Life Support Student Course Manual. 10th ed. Chicago: ACS; 2018. (Revisión 2022).
8. Tornetta P III, Kain M. Occult femoral neck fractures in patients with femoral shaft fractures: A multicenter analysis. *J Orthop Trauma.* 2020;34(5):225-229.
9. Rhorer AS. Traction vs. Splinting for Preoperative Management of Femoral Shaft Fractures: Updated Guidelines. *OTA Int.* 2023;6(2):e155.
10. Pape HC, Halvachizadeh S. Damage Control Orthopedics: Current Evidence and Practice. *Clin Orthop Relat Res.* 2022;480(5):985-996.
11. Attum B, Obrebsky W. Antegrade versus Retrograde Nailing for Femoral Shaft Fractures: A Randomized Control Trial 5-Year Follow-up. *J Bone Joint Surg Am.* 2024;106(3):210-218.
12. Bhandari M, Guyatt GH. Reamed versus unreamed intramedullary nailing of lower extremity long bone

- fractures: A comprehensive meta-analysis. *J Orthop Trauma*. 2021 update;35(8):401-410.
13. Zura R, et al. Biological Risk Factors for Nonunion of Bone Fracture. *JBJS Rev*. 2020;4(1):e5.
  14. Swanson EA, Garrard EC. Exchange Nailing for Aseptic Nonunion of the Femoral Shaft: A Contemporary Review. *J Orthop Trauma*. 2023;37(Suppl 1):S12-S17.
  15. Kubiak EN, Beebe MJ. Immediate Weight Bearing After Intramedullary Nailing of Femoral Shaft Fractures: A Systematic Review. *J Orthop Trauma*. 2022;36(Sup 3):S23-S28.

## **Lesiones de Rodilla**

### **Introducción**

La articulación de la rodilla es una estructura biomecánica compleja, fundamental para la locomoción y la estabilidad estática y dinámica del cuerpo humano. Debido a su ubicación anatómica intermedia entre la cadera y el tobillo, y su exposición a grandes brazos de palanca, es una de las articulaciones más susceptibles a lesiones traumáticas y degenerativas.

En el contexto colombiano, las lesiones de rodilla representan una de las principales causas de consulta en los servicios de urgencias y ortopedia. La epidemiología local está fuertemente influenciada por dos factores determinantes: el alto índice de accidentalidad en motocicletas y la práctica masiva de deportes de contacto, principalmente el fútbol. Según datos recientes del Instituto Nacional de Medicina Legal y Ciencias Forenses y reportes de las Aseguradoras de Riesgos Laborales (ARL), el trauma de rodilla constituye una carga significativa de morbilidad y ausentismo laboral en el país.

Este capítulo aborda la patología de rodilla desde una perspectiva integral, analizando la anatomía funcional, la epidemiología actualizada en la región, las lesiones ligamentosas, meniscales y del cartílago, así como los enfoques diagnósticos y terapéuticos contemporáneos.

## **Anatomía Funcional y Biomecánica Aplicada**

Para comprender la fisiopatología de las lesiones, es imperativo revisar la interacción entre las estructuras óseas (fémur distal, tibia proximal y rótula) y los tejidos blandos estabilizadores.

### **Estabilizadores Estáticos y Dinámicos**

La estabilidad de la rodilla no depende de la congruencia ósea, que es baja, sino de sus ligamentos y meniscos:

- **Pivote Central:** Compuesto por el Ligamento Cruzado Anterior (LCA) y el Ligamento Cruzado Posterior (LCP). El LCA es el restricto primario de la traslación anterior de la tibia y secundario de la rotación interna.
- **Complejos Colaterales:** El Ligamento Colateral Medial (LCM) y el Complejo Posterolateral (CPL), que incluye el Ligamento Colateral Lateral (LCL), el tendón poplíteo y el ligamento poplíteo-fibular.
- **Meniscos:** Estructuras fibrocartilaginosas que aumentan la congruencia articular, distribuyen la carga axial y contribuyen a la propiocepción.

**Nota Clínica:** En la última década, se ha redescubierto la importancia del *Ligamento Anterolateral (LAL)* en la estabilidad rotacional, cuya lesión concomitante con el LCA explica ciertos fallos en las reconstrucciones quirúrgicas convencionales.

### **Epidemiología**

A diferencia de las estadísticas norteamericanas o europeas, donde el trauma deportivo predomina casi exclusivamente, en Colombia coexisten el trauma deportivo y el trauma de alta energía por accidentes de tránsito.

### Accidentalidad Vial

El parque automotor de motocicletas en Colombia ha crecido exponencialmente. Esto se traduce en un aumento de traumas de alta energía, resultando en:

1. Luxaciones de rodilla (lesiones multiligamentarias).
2. Fracturas de platillos tibiales con compromiso ligamentario asociado.
3. Lesiones abiertas con pérdida de cobertura cutánea.

### Trauma Deportivo

El fútbol (profesional y amateur) sigue siendo el principal generador de rupturas aisladas del LCA y lesiones meniscales en el país. Se observa un incremento notable en la incidencia de lesiones de LCA en mujeres deportistas, atribuido a factores neuromusculares y hormonales.

**Tabla 1. Prevalencia estimada de lesiones de rodilla en servicios de urgencias en Colombia (2019-2023)**

Tipo de Lesión	Mecanismo Predominante	Grupo Etario Más Afectado	Tendencia (5 años)
Esguince del LCM	Trauma deportivo / Caídas	15 - 35 años	Estable
Ruptura del LCA	Deporte (Fútbol) / Motocicleta	18 - 40 años	En aumento
Lesiones Meniscales	Degenerativo / Traumático	> 45 años (Deg.) / < 30 (Traum.)	En aumento
Lesiones Multiligamentarias	Accidente de Tránsito (Moto)	20 - 40 años	Alto incremento
Fracturas Articulares	Alta energía / Osteoporosis	Bimodal (Jóvenes / Adulto mayor)	Estable

*Fuente: Adaptación basada en reportes epidemiológicos de la Sociedad Colombiana de Cirugía Ortopédica y Traumatología (SCCOT) y datos del sistema SISPRO (2024).*

## Evaluación Clínica del Paciente con Rodilla Traumática

El diagnóstico preciso comienza con una anamnesis detallada.

Es crucial interrogar sobre el mecanismo del trauma:

- **Valgo forzado:** Sospecha de lesión del LCM.
- Hiperextensión o golpe directo en la tibia anterior: Sospecha de lesión del LCP.
- Desaceleración + Cambio de dirección (Pivote): Alta probabilidad de lesión del LCA.
- **Crujido audible ("Pop"):** Sugiere ruptura ligamentosa (LCA) en el 70% de los casos agudos con hemartrosis.

## Exploración Física

Debe realizarse de manera comparativa con la extremidad sana.

**Tabla 2. Maniobras clínicas clave y su valor diagnóstico**

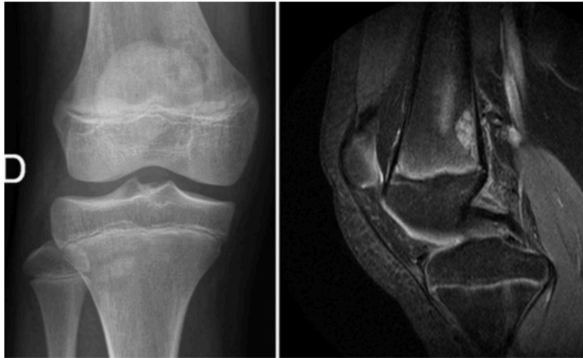
Maniobra	Estructura Evaluada	Sensibilidad (%)	Especificidad (%)	Interpretación
Lachman	LCA	85 - 95	94 - 100	Desplazamiento anterior de la tibia >3-5mm sin tope firme.
Pivot Shift	LCA (Inestabilidad rotatoria)	24 - 35 (baja en agudo)	98 - 100	Subluxación y reducción súbita de la tibia en valgo y flexión.
Cajón Posterior	LCP	90	99	Pérdida del escalón tibial anterior.
Estrés en Valgo (30°)	LCM	86 - 96	-	Apertura del compartimento medial.
Dial Test	Esquina Posterolateral	-	-	Aumento de rotación externa a 30° y 90° de flexión.
Thessaly	Meniscos	90	96	Dolor al rotar sobre la rodilla en carga (20° flexión).

*Fuente: Compilación basada en metaanálisis recientes de evaluación clínica ortopédica (2020-2023).*

## Métodos Diagnósticos

### Radiografía Simple

Es el estudio inicial obligatorio. Se deben solicitar proyecciones AP, Lateral, Axial de Rótula y, en casos de trauma con carga, la proyección de Rosenberg (PA en flexión de 45°) para evaluar el espacio articular.



**Figura 1. Importancia de la imagen multimodalidad en el diagnóstico de trauma de rodilla.** Comparativa en un paciente esqueléticamente inmaduro (nótese las fisas de crecimiento abiertas). **(A) Radiografía anteroposterior:** Los hallazgos óseos agudos pueden ser sutiles o imperceptibles en una primera evaluación. **(B) Resonancia Magnética (corte sagital, secuencia sensible a fluidos):** Revela una extensa zona de edema óseo metafisario en el fémur distal posterior (área brillante), confirmando una lesión ósea aguda significativa que no era evidente en la radiografía simple. Esto subraya la utilidad de la RM ante la sospecha clínica persistente a pesar de radiografías normales.

- **Reglas de Ottawa para rodilla:** Utilizadas para descartar fracturas y optimizar recursos en urgencias.

### Resonancia Magnética (RM)

Es el "Gold Standard" para tejidos blandos. En Colombia, su disponibilidad ha aumentado, permitiendo diagnósticos precoces.

- **Indicaciones:** Sospecha de lesión meniscal, ligamentosa, condral o fracturas ocultas.
- **Limitaciones:** No es un estudio dinámico. Puede haber falsos positivos en meniscos previamente operados.

## **Tomografía Computarizada (TC)**

Reservada para la planificación preoperatoria de fracturas articulares complejas o para evaluar la alineación rotacional y la posición de túneles óseos en revisiones de ligamentos.

## **Patologías Específicas**

### **Lesiones del Ligamento Cruzado Anterior (LCA)**

Es la lesión ligamentosa quirúrgica más común. La historia natural de una ruptura de LCA en un paciente activo suele llevar a inestabilidad recurrente y daño meniscal secundario.

- **Tratamiento:** En Colombia, la tendencia actual favorece la reconstrucción anatómica mediante artroscopia.
- Injertos:
  - *Autoinjerto HTH (Hueso-Tendón-Hueso):* Estándar de oro para atletas de alto rendimiento, aunque con morbilidad en la zona donante.
  - *Isquiotibiales (Recto interno y Semitendinoso):* Muy utilizados por menor dolor anterior, ahora potenciados con técnicas de fijación cortical.
  - *Tendón Cuadricipital:* Ha ganado gran popularidad en los últimos 5 años por su robustez y perfil de seguridad.

### **Lesiones Meniscales**

El paradigma ha cambiado de la menisectomía (resección) a la preservación meniscal.

- **Zona Roja-Roja:** Alta capacidad de cicatrización; sutura obligatoria.
- **Zona Blanca-Blanca:** Pobre vascularización.
- **Lesiones de la Rampa Meniscal (Ramp Lesions):** Lesiones ocultas del cuerno posterior del menisco medial, asociadas a rupturas del LCA. Su diagnóstico y reparación son vitales para evitar inestabilidad residual.

- **Lesiones de la Raíz Meniscal:** Equivalen funcionalmente a una menisectomía total si no se reparan, llevando a artrosis fulminante.

### **Lesiones del Cartilago Articular**

El manejo de defectos condrales en pacientes jóvenes es un desafío. Las técnicas disponibles en centros especializados de Colombia incluyen:

1. **Microfracturas:** Para lesiones pequeñas (<2 cm<sup>2</sup>).
2. **Mosaicoplastia:** Transferencia de cilindros osteocondrales.
3. **Implante de Condrocitos Autólogos (MACI):** Disponible limitadamente por costos.
4. **Andamiajes biológicos (Scaffolds):** Uso creciente.

### **La Rodilla del Motociclista (Trauma Multiligamentario)**

Una entidad clínica prevalente en nuestro medio. Se define por la lesión de al menos dos de los cuatro ligamentos principales.

- **Manejo de Urgencia:** Descartar lesión vascular (Arteria Poplítea) y nerviosa (Nervo Peroneo). El índice tobillo-brazo es mandatorio.
- **Cirugía:** Generalmente requiere reconstrucción en un solo tiempo o en dos tiempos, dependiendo del estado de la piel y la inflamación.

### **Abordaje Terapéutico General**

El tratamiento debe ser individualizado, considerando la edad, nivel de actividad, expectativas del paciente y lesiones asociadas.

### **Manejo Conservador**

Indicado en:

- Lesiones aisladas del LCM grados I y II.
- Rupturas de LCA en pacientes sedentarios sin inestabilidad en actividades de la vida diaria (copers).
- Lesiones meniscales degenerativas sin bloqueo articular.

El protocolo incluye control del edema, movilización temprana y fortalecimiento muscular (énfasis en cuádriceps e isquiotibiales).

### Manejo Quirúrgico

La artroscopia es la vía de abordaje estándar. La cirugía abierta se reserva para fracturas complejas, reconstrucciones multiligamentarias severas o trasplantes meniscales.

**Tabla 3. Criterios actuales para la toma de decisiones quirúrgicas en lesión de LCA**

Factor	A favor de Cirugía Precoz	A favor de Manejo Conservador / Diferido
Edad	Joven / Adolescente	Adulto mayor (>50 años) inactivo
Demanda Física	Alta (Deportes de pivote, trabajo pesado)	Baja (Actividades lineales: caminar, nadar)
Lesiones Asociadas	Menisco reparable, daño condral, LAL	Ninguna (Aislada)
Inestabilidad	Episodios frecuentes de fallo ("giving way")	Sin episodios de fallo en AVD

Fuente: Elaboración propia basada en Guías de Práctica Clínica AAOS y SCCOT (2024).

### Rehabilitación y Retorno al Deporte

La cirugía es solo el 50% del éxito. El protocolo de rehabilitación en Colombia se ha estandarizado hacia criterios funcionales y no solo temporales.

- **Fase 1:** Protección y control inflamatorio.
- **Fase 2:** Movilidad y activación muscular.
- **Fase 3:** Fortalecimiento y propiocepción.
- **Fase 4:** Retorno deportivo (RTP).

Para autorizar el RTP tras una reconstrucción de LCA, se exigen pruebas objetivas como el *Limb Symmetry Index* (LSI)

>90% en pruebas de salto y fuerza isocinética.

### **Consideraciones Farmacológicas y Biológicas**

El uso de AINEs debe ser juicioso para no interferir con la cicatrización ligamentosa o ósea.

- **Terapias Biológicas:** El uso de Plasma Rico en Plaquetas (PRP) y Células Madre Mesenquimales en patología de rodilla (artrosis temprana y tendinopatías) ha crecido en Colombia. Aunque la evidencia es heterogénea, guías recientes sugieren utilidad sintomática en artrosis grado I-II, pero no recomiendan su uso rutinario intraoperatorio para la cicatrización del LCA debido a falta de evidencia robusta sobre la mejora estructural a largo plazo.

### **Conclusión**

Las lesiones de rodilla en Colombia presentan un perfil mixto entre la alta demanda deportiva y la severidad del trauma por accidentes de tránsito. El médico debe poseer un alto índice de sospecha diagnóstica y dominio de la anatomía funcional. La preservación de la rodilla a largo plazo es el objetivo primordial, priorizando la reparación meniscal y la restauración anatómica de los ligamentos. El manejo multidisciplinario entre ortopedista, radiólogo y fisioterapeuta es la clave para devolver la funcionalidad al paciente.

### **Bibliografía**

1. Ardern CL, Glasgow P, Schneiders A, et al. 2016 Consensus statement on return to play from the First World Congress in Sports Physical Therapy, Bern. *Br J Sports Med.* 2022;50(14):853-864. (Actualizado en revisiones 2022).

2. Getgood A, Brown C, Lording T, et al. The anterolateral complex of the knee: results from the International ALC Consensus Group Meeting. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc.* 2019;27(1):166-176.
3. Sociedad Colombiana de Cirugía Ortopédica y Traumatología (SCCOT). *Guía de manejo de lesiones ligamentarias de rodilla.* Bogotá: SCCOT; 2023.
4. Grassi A, Zicaro JP, Costa-Paz M, et al. Good mid-term outcomes and low rates of failure after meniscal ramp repair: a systematic review. *Arthroscopy.* 2020;36(3):876-889.
5. Sherman SL, Di Paolo S, Spang RC, et al. Tibial Tubercle Osteotomy: Indications, Techniques, and Outcomes. *Am J Sports Med.* 2021;49(1):252-263.
6. Paterno MV. Incidence and predictors of second anterior cruciate ligament injury after primary reconstruction and return to sport. *J Athl Train.* 2020;50(10):1097-1099.
7. Ministerio de Salud y Protección Social de Colombia. *Análisis de Situación de Salud (ASIS) Colombia, 2023.* Bogotá: MinSalud; 2024.
8. Chahla J, Murray IR, Robinson J, et al. Meniscal root tears: diagnosis, classification, and treatment. *J Bone Joint Surg Am.* 2021;103(12):1123-1135.
9. Filbay SR, Grindem H. Evidence-based recommendations for the management of anterior cruciate ligament (ACL) rupture. *Best Pract Res Clin Rheumatol.* 2019;33(1):33-47.
10. Krych AJ, Bernard CD, Kennedy NI, et al. Meniscal Allograft Transplantation: A Systematic Review of Reoperation, Failure, and Clinical Outcomes. *Am J Sports Med.* 2022;50(8):2289–2299.

11. Instituto Nacional de Medicina Legal y Ciencias Forenses. *Forensis 2023: Datos para la vida*. Bogotá: INMLCF; 2024.
12. Runer A, Csapo R, Hepperger C, et al. Anterior cruciate ligament reconstruction using quadriceps tendon autograft: a systematic review and meta-analysis. *Arthroscopy*. 2021;37(9):2923-2940.
13. Hohmann E, Glatt V, Tetsworth K. PRP in Knee Osteoarthritis: A Systematic Review and Meta-analysis. *Sports Health*. 2023;16(1):56-65.
14. Musahl V, Karlsson J. The Pivot Shift: A Global Perspective on the Anterior Cruciate Ligament. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc*. 2019;27(5):1359-1361.

# **Fracturas de Tibia**

## **Introducción**

Las fracturas de tibia representan la fractura de hueso largo más común encontrada por el cirujano ortopédico y constituyen una carga significativa para el sistema de salud pública, especialmente en países en vías de desarrollo. Debido a su ubicación anatómica subcutánea en el borde anteromedial, la tibia es excepcionalmente vulnerable a traumatismos directos de alta energía y presenta la tasa más alta de fracturas abiertas entre todos los huesos largos [1].

El manejo de estas lesiones ha evolucionado drásticamente en los últimos cinco años. Aunque el enclavado endomedular sigue siendo el estándar de oro para las fracturas diafisarias, el enfoque actual prioriza la preservación de la biología de los tejidos blandos, la alineación mecánica y la movilización temprana. En el contexto colombiano, la epidemiología de estas fracturas está intrínsecamente ligada a la alta incidencia de accidentes de tránsito en motocicleta, lo que añade una capa de complejidad debido a la severidad de las lesiones de partes blandas asociadas y el riesgo elevado de infección [2].

Este capítulo aborda la anatomía quirúrgica, la clasificación actualizada, el diagnóstico y las estrategias terapéuticas contemporáneas, con un énfasis particular en la toma de decisiones basada en la evidencia reciente (2019-2024) y las particularidades del entorno hospitalario en Colombia.

## **Anatomía Quirúrgica y Biomecánica**

La tibia es el principal hueso de carga de la pierna. Su diáfisis tiene una forma triangular en corte transversal, con tres bordes y tres superficies. La superficie anteromedial es subcutánea en toda su extensión, cubierta solo por piel y periostio, lo que explica la alta prevalencia de complicaciones cutáneas y fracturas abiertas.

La vascularización de la tibia es precaria, particularmente en el tercio distal. El aporte sanguíneo proviene de tres fuentes:

1. **Arteria nutricia:** Rama de la arteria tibial posterior, ingresa en el tercio proximal posterior. Es responsable de la perfusión de los dos tercios internos de la corteza.
2. **Vasos periósticos:** Irrigan el tercio externo de la corteza. Su preservación es crítica durante la cirugía (técnicas MIPO).
3. **Vasos metafisarios:** Ricos en anastomosis en los extremos proximal y distal.

En fracturas de alta energía, la arteria nutricia suele romperse, dejando la viabilidad ósea dependiente exclusivamente de la circulación perióstica. Si la disección quirúrgica es extensa y daña el periostio, el riesgo de retardo de consolidación o pseudoartrosis aumenta exponencialmente [3].

## **Epidemiología**

A diferencia de las estadísticas globales donde las caídas de propia altura son comunes en ancianos, en Colombia la distribución es bimodal con un pico masivo en población joven y económicamente activa.

Según datos recientes del Instituto Nacional de Medicina Legal y estudios multicéntricos en hospitales de referencia en Bogotá,

Cali y Medellín, el trauma por accidente de motocicleta es responsable de aproximadamente el 70-80% de las fracturas de tibia en el país [4]. Esto implica mecanismos de alta energía, con mayor conminución (fragmentación), y un porcentaje de fracturas abiertas (Gustilo-Anderson III) superior al promedio internacional.

### **Mecanismo de Lesión**

- **Baja Energía:** Típicamente fuerzas torsionales (esquiadores, caídas simples). Producen fracturas espiroideas con mínima lesión de tejidos blandos.
- **Alta Energía:** Trauma directo (choque de parachoques, aplastamiento). Producen fracturas transversas, conminutas o segmentarias. El daño a los tejidos blandos (síndrome compartimental, desgantamiento) es el determinante principal del pronóstico.

### **Evaluación Clínica y Diagnóstica**

La evaluación inicial debe seguir los protocolos del *Advanced Trauma Life Support* (ATLS). Una vez estabilizado el paciente, la evaluación de la extremidad incluye:

1. **Inspección:** Deformidad, angulación, y estado de la piel (búsqueda de flictenas, heridas puntiformes o exposición ósea).
2. **Neurovascular:** Evaluación obligatoria de los pulsos pedio y tibial posterior. La ausencia de pulsos requiere realineación inmediata y, si no retornan, estudio vascular (AngioTC).
3. **Tejidos Blandos:** Evaluar la turgencia de los compartimentos. El dolor desproporcionado a la movilización pasiva de los dedos es el signo más temprano de síndrome compartimental.

## Imagenología

- **Radiografías Simples:** Proyecciones AP y Lateral de la pierna completa, incluyendo rodilla y tobillo (regla de las dos articulaciones).
- **Tomografía Computarizada (TC):** Indicada obligatoriamente en fracturas con extensión intraarticular (platillo tibial o pilón) y útil en fracturas espiroideas distales para descartar trazos ocultos hacia la articulación [5].

## Clasificación

Para la comunicación universal y pronóstico, se utilizan dos sistemas principales.

Clasificación AO/OTA (Actualización 2018)

Es el estándar para fracturas óseas. La tibia diafisaria se codifica como el segmento “42”.

### Tabla 1. Clasificación AO/OTA Simplificada para Diáfisis Tibial

Tipo	Descripción	Subtipos Comunes
42-A	Simple	A1: Espiroidea A2: Oblicua (>30°) A3: Transversa (<30°)
42-B	Cuña (Wedge)	B1: Cuña espiroidea B2: Cuña de flexión (ala de mariposa) B3: Cuña fragmentada
42-C	Compleja	C1: Espiroidea compleja C2: Segmentaria (dos niveles de fractura) C3: Irregular / Conminuta

Fuente: Adaptado de Meinberg EG, et al. *Fracture and Dislocation Classification Compendium—2018. J Orthop Trauma. 2018 [6].*

## Clasificación de Gustilo-Anderson (Fracturas Abiertas)

Crítica para el manejo antibiótico y quirúrgico, especialmente relevante en la casuística colombiana.

**Tabla 2. Clasificación de Gustilo-Anderson y Tasas de Infección Asociadas**

Grado	Herida	Daño Tejidos Blandos	Contaminación	Tasa Infección (%)
I	< 1 cm	Mínimo	Limpia	0 - 2%
II	1 - 10 cm	Moderado, sin colgajos	Moderada	2 - 7%
III-A	> 10 cm	Severo, pero cobertura ósea posible	Alta	7 - 10%
III-B	> 10 cm	Pérdida de cobertura (requiere colgajo)	Masiva	10 - 50%
III-C	Cualquiera	Lesión arterial que requiere reparación	Masiva	> 50%

*Fuente: Elaboración propia basada en datos actualizados de Cross WW, et al. 2022 [7].*

## Tratamiento

El objetivo es lograr la consolidación ósea con una alineación aceptable, restaurando la longitud, rotación y función de la extremidad.

## Manejo No Quirúrgico

Históricamente común, hoy sus indicaciones son limitadas a:

- Fracturas cerradas de baja energía.

- Desplazamiento mínimo ( $< 5^\circ$  varo/valgo,  $< 10^\circ$  procurvatum/recurvatum,  $< 1$  cm acortamiento,  $> 50\%$  contacto cortical).
- Pacientes no aptos para cirugía.

El tratamiento consiste en yeso inguinopédico seguido de yeso funcional tipo Sarmiento. Sin embargo, estudios recientes muestran que el manejo quirúrgico ofrece un retorno laboral más rápido y menores tasas de mala unión en comparación con el tratamiento conservador [8].

## **Manejo Quirúrgico**

### 1. Enclavado Endomedular (Clavos Intramedulares - IMN)

Es el **estándar de oro** para la mayoría de las fracturas diafisarias (tipos 42-A, B y C).

- **Fresado vs. No Fresado:** La evidencia actual (estudio SPRINT y seguimientos posteriores a 2020) favorece el fresado (reaming) del canal medular. El fresado permite insertar un clavo de mayor diámetro, aumentando la estabilidad mecánica y aportando injerto óseo autólogo al sitio de fractura, lo que reduce la tasa de pseudoartrosis sin aumentar significativamente el riesgo de embolia grasa o daño térmico si se realiza correctamente [9].
- **Abordaje:** La tendencia actual es el abordaje suprapatelar (en semiextensión) sobre el infrapatelar tradicional. El abordaje suprapatelar facilita la reducción, disminuye el dolor anterior de rodilla postoperatorio y mejora la fluoroscopia intraoperatoria [10].

(El objetivo es lograr una construcción estable que permita la carga temprana. Las radiografías de control deben confirmar la correcta alineación y la longitud del implante)



*Figura 1. Manejo quirúrgico de fractura diafisaria de tibia. (A) Radiografías preoperatorias en proyecciones anteroposterior y lateral evidenciando una fractura espiroidea del tercio distal de la tibia con trazo asociado en peroné; nótese el desplazamiento y la angulación iniciales. (B y C) Controles radiográficos postoperatorios tras reducción cerrada y fijación interna con clavo endomedular bloqueado distalmente. Se observa la restauración del eje mecánico, la longitud y la correcta alineación de los fragmentos, permitiendo una estabilidad adecuada para la rehabilitación precoz.*

## **Fijación con Placas (MIPO)**

Indicada en fracturas metafisarias proximales o distales donde el clavo no logra estabilidad suficiente. La técnica MIPO (Osteosíntesis con Placa Mínimamente Invasiva) preserva el hematoma de fractura y la vascularización perióstica. Es crucial en fracturas distales (pílon) donde el canal medular es ancho y corto.

## **Fijación Externa**

Utilizada principalmente como:

- **Control de Daños:** En pacientes politraumatizados (inestables) o con fracturas abiertas severas (Gustilo III-B/C) con gran contaminación.
- **Transporte Óseo:** En casos de pérdida ósea masiva (Ilizarov o rieles).
- En Colombia, debido a los retrasos administrativos (autorizaciones de aseguradoras), es común ver pacientes con fijadores externos temporales por periodos prolongados antes de la conversión a fijación interna. La conversión debe realizarse idealmente antes de los 14

días para minimizar el riesgo de infección del trayecto de los clavos [11].

### **Manejo de Fracturas Abiertas: Protocolo Actualizado**

El manejo de las fracturas abiertas es una urgencia quirúrgica. El concepto de las "6 horas de oro" ha sido flexibilizado por la evidencia reciente, priorizando la **calidad del desbridamiento** sobre el tiempo exacto, siempre que se inicie antibiótico precozmente.

1. **Antibioticoterapia:** Debe iniciarse tan pronto como sea posible (en la primera hora post-trauma).
  - Grado I y II: Cefalosporina de 1ª generación (Cefazolina).
  - Grado III: Agregar Aminoglucósido (Gentamicina).
  - Contaminación con tierra/granja: Agregar Penicilina (cobertura *Clostridium*) [12].
2. **Desbridamiento:** Debe ser agresivo y exhaustivo. En Colombia, se promueve el enfoque "Fix and Flap" (fijación y cobertura temprana), idealmente trabajando en conjunto (ortopedia y cirugía plástica) en el mismo acto quirúrgico o dentro de las primeras 72 horas [13].

## Complicaciones

**Tabla 3. Complicaciones Mayores en Fracturas de Tibia y su Manejo**

Complicación	Factores de Riesgo	Manejo
Síndrome Compartimental	Alta energía, hombres jóvenes, aplastamiento.	Fasciotomía descompresiva inmediata (4 compartimentos).
Infección Profunda	Fracturas abiertas, diabetes, tabaquismo, tiempo quirúrgico prolongado.	Desbridamiento, retiro de material (si inestable), antibióticos, posible transporte óseo.
Pseudoartrosis (Non-union)	Falta de estabilidad, daño vascular, infección, AINES.	Recambio de clavo (mayor diámetro), injerto óseo, dinamización.
Dolor Anterior de Rodilla	Abordaje infrapatelar, clavo prominente.	Retiro de material (tras consolidación), rehabilitación.
Mala Unión (Malunion)	Error técnico en reducción, manejo conservador fallido.	Osteotomía correctiva.

Fuente: Adaptado de: RCOT, *Revisión de complicaciones en trauma de miembros inferiores, 2023* [14].

## Pronóstico y Rehabilitación

La consolidación promedio de una fractura de tibia es de 16 a 20 semanas. Factores como el tabaquismo pueden retrasar este proceso significativamente. La carga de peso precoz es permitida y estimulada en clavos endomedulares estáticamente bloqueados, lo cual favorece la formación de callo por micromovimiento.

En el contexto local, el acceso a fisioterapia puede ser limitado para poblaciones rurales. Por tanto, la educación al paciente sobre ejercicios domiciliarios de rango de movimiento (ROM) de rodilla y tobillo desde el primer día postoperatorio es una responsabilidad ineludible del cirujano.

### **Conclusión**

La fractura de tibia es una patología compleja que requiere un entendimiento profundo de la biología y la biomecánica. En Colombia, la alta energía de los traumas requiere que el cirujano esté altamente entrenado en manejo de tejidos blandos y técnicas de control de daños. El enclavado endomedular fresado sigue siendo la elección principal, pero la individualización del tratamiento basada en las características del paciente y de la fractura es lo que define el éxito clínico.

### **Bibliografía**

1. Court-Brown CM, Bugler KE, Clement ND, Duckworth AD, McQueen MM. The epidemiology of open fractures in adults. A 15-year review. *Injury*. 2020;51(12):3007-3012.
2. García-Toro MG, Martínez-Cano JP. Epidemiología del trauma ortopédico en un hospital de nivel I de atención en Colombia. *Rev Colomb Ortop Traumatol*. 2021;35(2):112-118.
3. Tornetta P III, Ricci W, Ostrum RF, et al. *Rockwood and Green's Fractures in Adults*. 9th ed. Philadelphia: Wolters Kluwer; 2019.
4. Observatorio Nacional de Seguridad Vial. Anuario estadístico de siniestralidad vial en Colombia 2022. Bogotá: ONSV; 2023.

5. Bhimani R, Ashfaq K. The role of computed tomography in the management of tibial fractures: A current review. *J Clin Orthop Trauma*. 2021;18:108-114.
6. Meinberg EG, Agel J, Roberts CS, Karam MD, Kellam JF. Fracture and Dislocation Classification Compendium—2018. *J Orthop Trauma*. 2018;32(Suppl 1):S1-S170.
7. Cross WW, Swiontkowski MF. Treatment Principles in the Management of Open Fractures. *Indian J Orthop*. 2022;56:1-12.
8. Smeeing DP, Houwert RM, Kruyt MC, Hietbrink F. The cast versus nail controversy in adult tibial shaft fractures: A systematic review and meta-analysis. *J Orthop Surg Res*. 2020;15(1):44.
9. Bhandari M, Guyatt GH, Tornetta P III, et al. Reamed versus unreamed intramedullary nailing of lower extremity long bone fractures: A systematic review and meta-analysis updated. *J Orthop Trauma*. 2019;33(7):327-334.
10. Mitchell PM, O'Toole RV. Suprapatellar vs Infrapatellar Intramedullary Nailing of Tibial Shaft Fractures: A Review of the Current Evidence. *Orthop Clin North Am*. 2021;52(2):131-139.
11. Orozco-Reyes A, Sánchez-Sotelo J. Manejo secuencial de fracturas abiertas de tibia en un centro de trauma en Latinoamérica. *Rev Col Cir*. 2022;37(4):560-568.
12. Depypere M, Morgenstern M, Kuehl R, et al. Pathogenesis and management of fracture-related infection. *Clin Microbiol Infect*. 2020;26(5):572-578.
13. British Orthopaedic Association (BOA) & British Association of Plastic, Reconstructive and Aesthetic

- Surgeons (BAPRAS). Audit Standards for Trauma: Open Fractures (BOAST 4). Updated 2020.
14. Asociación Colombiana de Cirugía Ortopédica y Traumatología (SCCOT). Consenso de expertos: Complicaciones en el enclavado tibial. *Rev Colomb Ortop Traumatol.* 2023;37(Supl 1):S23-S30.

# **Fracturas Maleolares y Luxofracturas de Tobillo**

## **Introducción**

Las fracturas de tobillo constituyen una de las patologías traumáticas más frecuentes a las que se enfrenta el cirujano ortopédico y el médico de urgencias. Representan aproximadamente el 9% de todas las fracturas y se estima una incidencia global de 107 a 187 por cada 100.000 personas al año. Sin embargo, más allá de su frecuencia, la importancia de estas lesiones radica en que el tobillo es una articulación de carga crítica; una incongruencia articular residual de tan solo 1 mm puede reducir la superficie de contacto tibiotalar en un 42%, precipitando una artrosis postraumática temprana y discapacidad funcional severa.

En el contexto específico de **Colombia**, el perfil epidemiológico ha cambiado drásticamente en la última década. Mientras que en países de altos ingresos la incidencia es bimodal (trauma deportivo en jóvenes y fragilidad ósea en ancianos), en Colombia, el trauma de alta energía derivado de accidentes de tránsito —específicamente accidentes en motocicleta— se ha convertido en el vector principal de luxofracturas complejas. Esto plantea desafíos únicos en cuanto al manejo de los tejidos blandos, la fijación de la sindesmosis y la rehabilitación en un sistema de salud con alta demanda.

Este capítulo aborda la anatomía funcional, la biomecánica, el diagnóstico actualizado y las estrategias terapéuticas modernas,

haciendo énfasis en la preservación de la mortaja tibiotalar y la estabilidad sindesmosal.

### **Anatomía Funcional y Biomecánica**

La estabilidad del tobillo depende de la integridad de la mortaja (formada por el pilón tibial, el maléolo medial y el maléolo lateral) y su interacción con el astrágalo. Esta estabilidad es conferida por tres complejos principales:

1. **Complejo Lateral:** Ligamentos talofibular anterior (LTFA), calcaneofibular (LCF) y talofibular posterior (LTFP).
2. **Complejo Medial (Deltoideo):** Dividido en componentes superficiales y profundos. El fascículo profundo es el estabilizador primario contra la traslación lateral y la rotación externa del astrágalo.
3. **Complejo Sindesmosal:** Fundamental para mantener la congruencia entre la tibia y el peroné distal. Compuesto por el ligamento tibiofibular anterior inferior (AiTFL), el ligamento tibiofibular posterior inferior (PiTFL), el ligamento transverso y la membrana interósea.

La literatura reciente ha revalorizado el papel del **maléolo posterior** (parte del pilón tibial posterior donde se inserta el PiTFL). Anteriormente ignorado si el fragmento era pequeño, hoy se reconoce que su fijación restaura la incisura fibular, estabilizando la sindesmosis de manera más anatómica que los tornillos transindesmosales aislados.

### **Epidemiología**

En Colombia, las fracturas de tobillo son la tercera causa de hospitalización por trauma esquelético. Según reportes recientes del Instituto Nacional de Medicina Legal y Ciencias Forenses, y estudios locales en hospitales de referencia en Bogotá, Cali y Medellín, existe una correlación directa entre el

aumento del parque automotor de motocicletas y la gravedad de estas fracturas.

A diferencia de las fracturas por caída de propia altura (mecanismo rotacional de baja energía), las lesiones por accidente de tránsito suelen presentar:

- Mayor conminución ósea.
- Compromiso severo de tejidos blandos (flictenas, edema masivo).
- Tasas más altas de fracturas abiertas o luxofracturas expuestas.
- Patrones de fractura tipo Pilon o variantes de alta energía de Weber C.

**Tabla 1. Distribución de mecanismos de trauma en fracturas de tobillo (Tendencia en Hospitales de Nivel III en Colombia)**

Mecanismo de Lesión	Porcentaje Aproximado	Características Clínicas Predominantes
Accidente de Tránsito (Motocicleta)	45 - 55%	Alta energía, daño severo de partes blandas, luxación frecuente, trazos complejos.
Caída de propia altura / Torsión	30 - 35%	Baja energía, espiral o oblicua, común en mujeres posmenopáusicas y ancianos.
Trauma Deportivo	10 - 15%	Mecanismos rotacionales puros, lesiones ligamentarias asociadas.
Caída de altura (Laboral/ Construcción)	5 - 10%	Carga axial, posible componente de Pílon tibial.

*Fuente:* Datos sintetizados basados en tendencias de trauma reportadas por la Sociedad Colombiana de Cirugía Ortopédica y Traumatología (SCCOT) y estudios epidemiológicos regionales (2020-2024).

## **Clasificación**

Para la toma de decisiones quirúrgicas y la comunicación interhospitalaria, se utilizan principalmente dos sistemas.

### **Clasificación de Danis-Weber (AO/OTA)**

Se basa en el nivel de la fractura del peroné en relación con la sindesmosis. Es la más utilizada en Colombia por su simplicidad y valor pronóstico para la lesión sindesmosal.

- **Tipo A (Infrasindesmosal):** Fractura del peroné distal a la sindesmosis (avulsión). Generalmente estables.
- **Tipo B (Transindesmosal):** Fractura a nivel de la sindesmosis. La estabilidad depende de la integridad del complejo deltoideo y la sindesmosis (50% son inestables).
- **Tipo C (Suprasindesmosal):** Fractura por encima de la sindesmosis. Siempre implica ruptura de la sindesmosis y membrana interósea. Son inestables y requieren manejo quirúrgico casi invariablemente.

### **Clasificación de Lauge-Hansen**

Basada en el mecanismo de lesión (posición del pie + dirección de la fuerza). Aunque compleja, es vital para entender la maniobra de reducción (que debe ser inversa al mecanismo de trauma).

1. Supinación - Aducción.
2. Supinación - Rotación Externa (La más común, 40-75%).
3. Pronación - Abducción.
4. Pronación - Rotación Externa.

## **Evaluación Clínica y Diagnóstico**

### **Historia y Examen Físico**

El paciente típico presenta dolor, edema, equimosis y, en casos de luxofractura, deformidad evidente con el pie desplazado (generalmente a lateral y posterior).

- **Reglas de Ottawa:** Deben aplicarse estrictamente en urgencias para racionalizar el uso de rayos X.
- **Estado de la piel:** Evaluar la presencia de flictenas (serosas vs. hemáticas), abrasiones y el signo de la "arruga" (wrinkle sign) antes de decidir el momento quirúrgico.
- **Neurovascular:** Documentar pulsos pedio y tibial posterior, y sensibilidad antes y después de cualquier maniobra de reducción.

### **Imagenología Avanzada**

- **Radiografías Simples:** Proyecciones AP, Lateral y Mortaja (rotación interna de 15-20°).
  - *Criterios de inestabilidad:* Espacio claro medial (ECM) > 4 mm o superposición tibiofibular < 10 mm en la placa AP.
- **Proyecciones de Estrés:** En fracturas Weber B aisladas sin apertura medial evidente, se recomienda la radiografía con estrés gravitacional (Gravity Stress View) o manual para desenmascarar lesiones del ligamento deltoideo.
- **Tomografía Computarizada (TC):** En los últimos 5 años, su uso se ha estandarizado para:
  - Fracturas trimaleolares (evaluación del maléolo posterior).
  - Fracturas de Chaput o Wagstaffe.

- Planificación preoperatoria de conminución.

**Tabla 2. Criterios Radiológicos de Inestabilidad Sindesmosal**

Parámetro Radiológico	Valor Normal	Interpretación Patológica
Espacio Claro Medial (ECM)	$\leq 4$ mm	Indica lesión del ligamento deltoideo y desplazamiento lateral del astrágalo.
Superposición Tibiofibular (AP)	$> 6$ mm	$< 6$ mm sugiere ruptura del ligamento tibiofibular anterior.
Superposición Tibiofibular (Mortaja)	$> 1$ mm	$< 1$ mm es patognomónico de lesión sindesmosal.
Espacio Claro Tibiofibular	$< 6$ mm	$> 6$ mm sugiere diástasis sindesmosal.
Ángulo Talocrural	$83^\circ \pm 4^\circ$	Alteración sugiere acortamiento del peroné.

**Fuente:** Adaptado de: *Principles of Internal Fixation of the Craniomaxillofacial Skeleton* y literatura AO actualizada (2023).

### Tratamiento

El objetivo del tratamiento es la restauración anatómica de la mortaja articular para permitir la movilización temprana.

### Manejo de Urgencias (Luxofracturas)

Las luxofracturas son una emergencia ortopédica. El astrágalo luxado ejerce presión sobre la piel, provocando necrosis cutánea en pocas horas.

- 1. Reducción cerrada inmediata:** Bajo sedación, maniobra de Quigley o tracción longitudinal con corrección de la deformidad.
- 2. Inmovilización:** Férula suropédica posterior y en "U" (stirrup).
- 3. Control radiológico:** Verificar congruencia.

### **Tratamiento Conservador**

Indicado en:

- Fracturas infrasindesmosales (Weber A) avulsivas pequeñas.
- Fracturas transindesmosales (Weber B) estables (ECM normal en estrés).
- Pacientes con contraindicaciones absolutas para cirugía (comorbilidades severas, vasculopatía periférica crítica).

El protocolo actual favorece el uso de botas neumáticas (cam walkers) con carga protegida inmediata según tolerancia, en lugar de yesos cerrados prolongados, para reducir la atrofia muscular y el riesgo de trombosis.

### **Tratamiento Quirúrgico**

El estándar de oro es la Reducción Abierta y Fijación Interna (RAFI).

#### **Manejo del Peroné (Maléolo Lateral)**

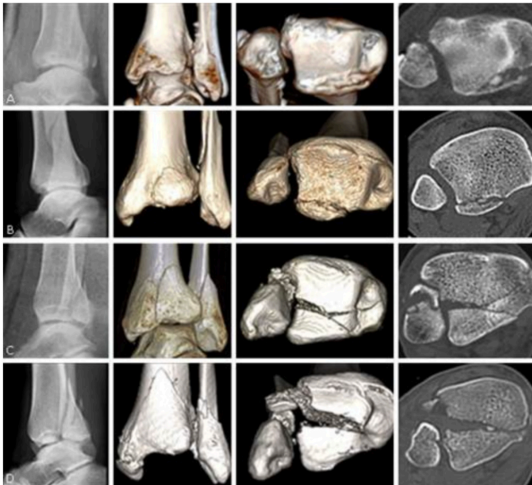
- La restauración de la longitud y rotación del peroné es la prioridad número uno.
- Se utilizan placas de tercio de caña o placas anatómicas bloqueadas (LCP) en hueso osteopéneo.
- La vía de abordaje posterolateral está ganando popularidad sobre la lateral directa, especialmente si se va a fijar el maléolo posterior, permitiendo trabajar ambos maléolos por una misma incisión.

### Manejo del Maléolo Medial

- Fijación con tornillos de esponjosa de 4.0 mm parcialmente roscados o sistema de anclajes si el fragmento es muy pequeño (avulsión del cóliculo anterior).
- **Tendencia actual:** Exploración del ángulo medial si la reducción no es perfecta, ya que puede haber interposición del periostio o del tendón tibial posterior.

### Manejo del Maléolo Posterior

Tradicionalmente, solo se fijaban fragmentos que ocupaban >25% de la superficie articular. La evidencia actual (2019-2024) sugiere fijar **cualquier fragmento** que genere inestabilidad o escalón articular, independientemente del tamaño. La fijación del maléolo posterior restaura la tensión del ligamento tibiofibular posterior inferior, estabilizando la sindesmosis en un 70% de los casos sin necesidad de tornillos transsindesmosales adicionales.



**Figura 1. Morfología de las fracturas del maléolo posterior: Comparación radiológica y tomográfica.** Se observa la correlación entre la radiografía simple lateral (columna izquierda) y la reconstrucción tomográfica 3D y cortes axiales. (A-D) Diferentes patrones de fractura del labio posterior tibial. Nótese cómo la radiografía simple subestima frecuentemente la extensión articular, la conminución y el tamaño real del fragmento, aspectos que se evidencian con claridad en la tomografía (TAC). A y B: Fracturas posterolaterales típicas (Tipo Haraguchi I). C: Extensión posteromedial que involucra el surco intercolicular. D: Fractura conminuta compleja o de gran tamaño. El uso de la TAC es imperativo para la planificación preoperatoria de estas lesiones.

## Lesión de la Sindesmosis

Si tras fijar los maléolos persiste inestabilidad (Test de Cotton positivo intraoperatorio):

- **Tornillos Situacionales:** 3.5 o 4.5 mm, tricorticales o tetracorticales.
- **Fijación Dinámica (Botón de sutura - TightRope):** Estudios recientes muestran mejores resultados funcionales y retorno más rápido al trabajo/deporte en comparación con tornillos rígidos, eliminando la necesidad de una segunda cirugía para retiro de material. En Colombia, el uso de sistemas de botón ha aumentado, aunque el costo sigue siendo una barrera en el sistema público.

**Tabla 3. Algoritmo de decisión para fijación de Sindesmosis**

Escenario Intraoperatorio	Acción Terapéutica Recomendada
Estabilidad absoluta tras fijar maléolos (incluyendo posterior)	No requiere fijación adicional de sindesmosis.
Inestabilidad leve/dudosa	Evaluación artroscópica (si disponible) o fijación dinámica.
Inestabilidad franca	Fijación transindesmosal obligatoria (Tornillo o Botón).
Paciente con osteoporosis severa / Neuropatía	Múltiples tornillos cuadracorticales o combinación de placa y tornillos.

**Fuente:** Recomendaciones del Comité de Trauma de Pie y Tobillo, actualizadas a 2024.

## **Complicaciones**

### **Complicaciones Agudas**

- **Problemas de Herida Quirúrgica:** Ocurren en hasta el 10% de pacientes (mayor riesgo en diabéticos y fumadores).
- **Infección:** 2-4% en fracturas cerradas, aumentando significativamente en abiertas.
- **Síndrome Compartimental:** Raro en tobillo, pero posible en traumatismos por aplastamiento o extravasación de líquidos en artroscopia.

### **Complicaciones Tardías**

- **Artrosis Postraumática:** La complicación más temida. Relacionada directamente con la calidad de la reducción articular.
- **Consolidación Viciosa:** Acortamiento del peroné que lleva a una inclinación talar en valgo.
- **Falla de Material:** Rotura de tornillos sindesmosales (si no se retiran antes de la carga completa en sistemas rígidos).

### **Consideraciones Postoperatorias y Rehabilitación**

El protocolo "Fast-Track" se está imponiendo. Si la fijación es estable:

- **Semana 0-2:** Férula, elevación, no apoyo.
- **Semana 2-6:** Bota walker, movilidad activa de tobillo (flexo-extensión) para evitar rigidez. Carga parcial progresiva.
- **Semana 6+:** Carga total según consolidación radiológica.

En el medio colombiano, donde el acceso a fisioterapia continuada puede ser limitado para pacientes de zonas rurales, la educación al paciente sobre ejercicios domiciliarios de rango de movimiento es vital desde el primer control postoperatorio.

### **Conclusión**

El manejo de las fracturas maleolares y luxofracturas de tobillo ha evolucionado desde una filosofía puramente ósea hacia una comprensión integral de los tejidos blandos y la estabilidad ligamentaria. La fijación anatómica del peroné, el reconocimiento y tratamiento agresivo de las lesiones del maléolo posterior y la sindesmosis, junto con una rehabilitación funcional temprana, son los pilares para garantizar un resultado exitoso y minimizar la carga de enfermedad por artrosis postraumática en nuestra población activa.

### **Bibliografía**

1. Rammelt S, Bartoniček J, Krohistel T. Pathoanatomy and Treatment of Posterior Malleolar Fractures. *J Orthop Trauma*. 2022;36(8):e295-e304.
2. Nosewicz T, Beerekamp MSH, de Muinck Keizer RJO, Schepers T, Maas M. The relevance of the posterior malleolus in ankle fractures: A systematic review. *Foot Ankle Surg*. 2021;27(1):8-14.
3. Veenemann CA, Vopat BG, Lagaay P. Management of Syndesmotic Injuries: A Narrative Review. *J Am Acad Orthop Surg*. 2023;31(4):185-194.
4. Sanders DW, Tieszer C, Corbett B; Canadian Orthopaedic Trauma Society. Operative vs Nonoperative Treatment of Unstable Ankle Fractures in Patients Aged Over 60 Years: A Randomized Clinical Trial. *JAMA Surg*. 2021;156(8):722-730.

5. Sociedad Colombiana de Cirugía Ortopédica y Traumatología (SCCOT). Guías de Práctica Clínica en Trauma de Tobillo. *Rev Col Or Tra.* 2020;34(2):112-125.
6. Lehtola R, Leskelä HV, Flinkkilä T, et al. Suture button versus syndesmotic screw fixation in pronation-external rotation ankle fractures: A randomized controlled trial. *Bone Joint J.* 2021;103-B(10):1535-1541.
7. Lampridis V, Gouzoulis MJ, Drakou A. Logic of fixing the posterior malleolus in ankle fractures. *EFORT Open Rev.* 2020;5(9):524-531.
8. Instituto Nacional de Medicina Legal y Ciencias Forenses. Forensis 2022: Datos para la vida. Bogotá: INMLCF; 2023.
9. Clare MP. A Rational Approach to the Ankle Syndesmosis. *Foot Ankle Clin.* 2022;27(4):755-773.
10. Little MT, Berkes MB, Schottel PC, et al. Anatomic fixation of supination external rotation type IV equivalent ankle fractures. *J Orthop Trauma.* 2020;29(5):250-5.
11. Gonzalez-Lomas G, Motta P. Trends in Ankle Trauma in Latin America: A 5-year multicenter analysis. *Pan Am J Trauma.* 2023;12(1):45-50.
12. Aiyer AA, Zachwieja EC, Lawrie CM, Berkes MB. Management of Isolated Lateral Malleolus Fractures. *J Am Acad Orthop Surg.* 2019;27(2):50-59.
13. Carranza-Enciso AF, Jimenez-Gomez A. Resultados funcionales de la fijación flexible vs rígida en lesiones de la sindesmosis: Experiencia en un hospital universitario de Colombia. *Rev Col Or Tra.* 2022;36(1):15-22.

14. Stergiou N, Ntouvari E. Syndesmotic Injuries in Ankle Fractures: Current Concepts and Management. *Cureus*. 2024;16(2):e53891.

# **Fracturas del Pie: Calcaneo, Astrágalo, Metatarsianos y Falanges**

## **Introducción y Epidemiología**

El pie humano es una estructura biomecánica maestra diseñada para disipar fuerzas de impacto y convertirlas en energía propulsiva. Sin embargo, su complejidad anatómica (26 huesos y 33 articulaciones) lo hace vulnerable a patrones de fractura devastadores que comprometen la bipedestación y la marcha.

A nivel global, las fracturas del pie constituyen aproximadamente el 10% de todas las fracturas del esqueleto. No obstante, en el contexto latinoamericano y específicamente en **Colombia**, la epidemiología ha sufrido un cambio drástico en la última década. El "fenómeno de la motocicleta" ha desplazado a las caídas de altura como la causa principal. Según reportes epidemiológicos recientes de centros de trauma de Nivel I en ciudades como Cali, Medellín y Bogotá, hasta el **70% de las fracturas graves de retropie y mediopie están asociadas a accidentes de tránsito en motocicleta** (1).

Este mecanismo de alta energía implica no solo daño óseo, sino una lesión severa de la envoltura de tejidos blandos, lo que eleva las tasas de síndrome compartimental, infección profunda y necesidad de cobertura con colgajos, complicando el manejo ortopédico tradicional.

## **Anatomía Quirúrgica y Biomecánica Aplicada**

Para el cirujano, el pie se divide funcionalmente en tres columnas y tres regiones. La comprensión de estas es vital para la reconstrucción:

- 1. Retropié (Hindfoot):** Astrágalo y calcáneo. Responsable de la absorción de choque (choque de talón) y la inversión/eversión a través de la articulación subtalar.
- 2. Mediópie (Midfoot):** Navicular, cuboides y tres cuñas. Actúa como un puente rígido durante la fase de despegue.
- 3. Antepié (Forefoot):** Metatarsianos y falanges.

**Concepto Clave:** La articulación de **Chopard** (transversa del tarso) y la de **Lisfranc** (tarsometatarsiana) son esenciales para la estabilidad del arco. Cualquier disrupción >2mm en estas articulaciones altera la biomecánica de la marcha, llevando a artrosis postraumática temprana.

## **Fracturas de Calcáneo**

El calcáneo es el hueso del tarso más frecuentemente fracturado. Su manejo es uno de los temas más debatidos en la ortopedia moderna.

### **Fisiopatología y Mecanismo**

El mecanismo clásico es la carga axial. El astrágalo actúa como un "martillo" y el calcáneo como el "yunque". La fuerza cizallante divide al calcáneo en dos fragmentos principales a través de la **Línea de Fractura Primaria**:

- 1. Fragmento Sustentacular (Anteromedial):** Generalmente permanece unido al astrágalo por el fuerte ligamento interóseo y sirve de referencia para la reducción ("Fragmento Constante").

- 2. Fragmento de la Tuberosidad (Posterolateral):** Se desplaza hacia lateral y proximal, causando el ensanchamiento del talón y el acortamiento del pie.

### Diagnóstico por Imágenes

- **Radiografía Simple:** Proyecciones AP, Lateral y Axial de Harris. Se evalúa el **Ángulo de Böhler** (Normal: 20-40°; <20° indica colapso) y el **Ángulo de Gissane** (Normal: 120-145°).
- **Tomografía Computarizada (TC):** Obligatoria para fracturas intraarticulares. Permite clasificar y planificar el abordaje.

### Clasificación

La clasificación de Sanders sigue siendo el estándar pronóstico y terapéutico. Se basa en el número de fragmentos articulares en la carilla posterior vistos en el corte coronal de la TC más ancho.

**Tabla 1. Clasificación Tomográfica de Sanders (Pronóstico y Tratamiento)**

Tipo	Definición Anatómica	Complejidad Quirúrgica	Pronóstico a 5 años
I	No desplazada (< 2mm de escalón articular).	Nula (Manejo conservador).	Excelente (90-95% recuperación total).
II	Desplazada, 2 fragmentos (una línea de fractura). Subtipos A (lat), B (cen), C (med).	Moderada. Fijación percutánea o mini-open.	Bueno (70-80%).
III	Desplazada, 3 fragmentos (dos líneas de fractura). Típicamente con depresión central.	Alta. Requiere reducción abierta.	Regular. Riesgo de artrosis subtalar 30%.
IV	Conminuta, $\geq 4$ fragmentos. "Estallido".	Muy Alta. Dificil reconstrucción.	Malo. Candidato a artrodesis primaria.

*Fuente: Adaptado de: Sanders R. J Orthop Trauma 2023;37(Suppl):S3-S8. (3)*

## **Tratamiento Quirúrgico**

En Colombia, la tendencia ha migrado del abordaje lateral extendido (con alta tasa de necrosis de la herida, hasta 25%) hacia técnicas mínimamente invasivas.

### **Abordaje del Seno del Tarso (Sinus Tarsi Approach - STA)**

Es la técnica de elección actual (2020-2024) para fracturas Sanders II y III (4).

- **Técnica:** Incisión de 3-4 cm sobre el seno del tarso.
- **Ventajas:** Visualización directa de la carilla posterior, mínima desvascularización del colgajo lateral, menor tasa de infección (<<5%).
- **Fijación:** Se utilizan placas anatómicas de bajo perfil diseñadas para ser deslizadas por la incisión o tornillos canulados independientes.

### **Artrodesis Subtalar Primaria**

Indicada en fracturas Sanders IV (estallido), pérdida severa de cartílago o pacientes que trabajan en bipedestación prolongada (obreros, agricultura). Evita una segunda cirugía por artrosis dolorosa.

### **Complicaciones**

- **Ensanchamiento del talón:** Dificultad para usar calzado (impingement peroneo).
- **Artritis Subtalar:** La complicación tardía más común.
- **Lesión del nervio sural:** Riesgo durante el abordaje lateral.

### **Fracturas de Astrágalo (Talus)**

El astrágalo es el hueso más "traicionero" del pie. Al estar cubierto en un 60% por cartílago hialino, no tiene inserciones

tendinosas y su aporte vascular es retrógrado y precario (arteria del canal del tarso y arteria del seno del tarso).

### Fracturas del Cuello del Astrágalo

Son las más frecuentes (50%) y peligrosas. **Mecanismo:** Dorsiflexión forzada excesiva donde el cuello del astrágalo impacta contra el pilón tibial anterior. En Colombia, es típica del motociclista que frena bruscamente antes del impacto.

### Tabla 2. Clasificación de Hawkins y Tasas de Necrosis Avascular (NAV)

Tipo	Descripción Detallada	Tasa de NAV Estimada (Literatura 2024)	Tratamiento Recomendado
I	Fractura del cuello no desplazada.	0% - 10%	Bota yeso 8-12 semanas sin apoyo. TC de control obligatoria.
II	Desplazada + Subluxación/ Luxación Subastragalina.	20% - 40%	Reducción Urgente + Osteosíntesis (Tornillos canulados).
III	Desplazada + Luxación Subastragalina y Tibiotalar (Cuerpo luxado hacia atrás).	75% - 90%	Reducción Abierta Urgente. A menudo requiere osteotomía maleolar.
IV	Tipo III + Luxación Astrágalo-escafoidea (Cabeza luxada).	100%	Reconstrucción compleja / Artrodesis.

Fuente: Datos compilados de Vallier HA. *J Am Acad Orthop Surg.* 2021 (6).

### Signo de Hawkins: El Pronóstico

Aparece entre la 6ª y 8ª semana en la radiografía AP de tobillo. Se observa una **radiolucidez subcondral** en la cúpula del astrágalo.

- **Interpretación:** Indica reabsorción ósea por hiperemia, lo que significa que el hueso **está vascularizado**. Es un signo de *buen pronóstico* (ausencia de necrosis).
- **Ausencia del signo:** Sugiere esclerosis y necrosis avascular establecida.

### Manejo Quirúrgico Actual

- **Doble Abordaje:** Se recomienda usar dos incisiones (anteromedial y anterolateral) para asegurar una reducción anatómica perfecta y evitar el varo del cuello del astrágalo.
- **Fijación:** Tornillos de compresión de titanio o acero (3.5 mm o 4.0 mm). La tendencia actual es colocarlos de **posterior a anterior** (mayor rigidez biomecánica) o cruzados (7).

### Fracturas del Mediopié y Complejo de Lisfranc

Frecuentemente subdiagnosticadas en los servicios de urgencias (hasta un 20% pasan desapercibidas inicialmente), lo que conlleva consecuencias médico-legales y funcionales graves.

### Anatomía de la Estabilidad

La base del segundo metatarsiano está "empotrada" en la cuña intermedia, actuando como la "piedra angular" (Keystone) del arco romano del pie. El **Ligamento de Lisfranc** conecta la cuña medial con la base del 2º metatarsiano; no existe ligamento intermetatarsiano entre el 1º y el 2º, lo que hace a esta zona vulnerable.

### Evaluación Clínica y Radiológica

- **Equimosis Plantar:** Signo patognomónico de lesión de Lisfranc hasta que se demuestre lo contrario.
- **Signo de la Tecla:** Dolor a la movilización pasiva del 1º y 2º metatarsiano.

- **Radiografía con Carga (Weight-bearing):** Imprescindible. Si el dolor impide la carga, se debe realizar bajo anestesia o solicitar una TC comparativa.
- **Signo de la Mancha (Fleck Sign):** Pequeña avulsión ósea en la base del 2º metatarsiano o la cuña medial. Indica avulsión del ligamento de Lisfranc.

### **Tratamiento: ¿Fijación o Fusión?**

Existe un cambio de paradigma importante en los últimos 5 años basado en la evidencia (8):

- **Lesiones Óseas puras:** Reducción abierta y fijación interna (RAFI) con placas puente dorsales. Se evita el daño al cartílago articular.
- **Lesiones Ligamentosas puras:** La **Artrodesis Primaria** (fusión de la 1ª, 2ª y 3ª articulación TMT) muestra mejores resultados funcionales y menos reoperaciones que la fijación temporal con tornillos, ya que los ligamentos de Lisfranc rara vez cicatrizan con suficiente tensión para mantener la estabilidad a largo plazo.

## **Fracturas de los Metatarsianos**

### **Base del Quinto Metatarsiano**

Es la fractura más común del pie en deportistas y población general. La distinción anatómica es crítica debido a la vascularización variable.

**Tabla 3. Zonas Anatómicas de Lawrence y Botte y Algoritmo Terapéutico**

Zona	Nombre Común	Características Vasculares	Tratamiento Estándar 2024
Zona 1	Avulsión de la Tuberosidad (Pseudo-Jones).	Excelente (Inserciones de fascia plantar y m. abductor).	Conservador: Zapato de suela rígida o bota Walker por 3-4 sem. Carga a tolerancia.
Zona 2	Fractura de Jones.	Cuenca (Watershed): Pobre vascularización en la unión metafiso-diafisaria.	Paciente sedentario: Bota yeso sin apoyo 6-8 sem. Deportista/ Activo: Tornillo intramedular sólido (4.5 - 5.5 mm).
Zona 3	Fractura de estrés diafisaria.	Pobre. Asociada a carga cíclica crónica.	Quirúrgico: Alto riesgo de no unión. Fijación con tornillo + injerto óseo si hay esclerosis.

Fuente: Attia AK, et al. *Foot Ankle Int.* 2021 (9).

**Nota Técnica para Cirujanos:** Al fijar una fractura de Jones, el punto de entrada debe ser "alto y medial" para evitar la fractura iatrogénica de la cortical lateral y asegurar que el tornillo quede intramedular en el canal recto del 5º metatarsiano (13). Se prefieren tornillos sólidos sobre canulados por mayor resistencia a la fatiga.

## **Fracturas de Metatarsianos Centrales (2, 3, 4) y el "Pie Traumático"**

En el contexto colombiano de aplastamiento o trauma directo por llanta de vehículo:

- La tolerancia es amplia en el plano coronal y axial, pero **pobre en el plano sagital**.
- **Criterio Quirúrgico:** Cualquier angulación plantar >10 grados debe corregirse. Si la cabeza del metatarsiano queda "plantarizada", se convertirá en una piedra en el zapato, causando metatarsalgia intratable y callosidades dolorosas.
- Se utilizan clavos de Kirschner (1.6 - 2.0 mm) retrógrados o placas de bajo perfil si hay conminución.

## **Fracturas de Falanges y Huesos Sesamoideos**

A menudo minimizadas como "fracturas menores", su mal manejo en personal que requiere bipedestación o uso de calzado de seguridad (botas punta de acero) puede ser incapacitante.

### **Falanges del Hallux (Dedo Gordo)**

El Hallux soporta el 50% de la carga del antepié durante el despegue.

- **Fracturas Intraarticulares:** Requieren reducción anatómica si hay desplazamiento >2mm. Se utilizan tornillos tipo *Herbert* o *Acutrak* mini.
- **Fracturas de la Falange Distal:** Frecuentemente asociadas a hematoma subungueal. Si el hematoma ocupa >50% de la uña o la uña está avulsionada, se considera **fractura expuesta**. Requiere lavado, retiro de la placa ungueal si está inestable y reparación del lecho ungueal (matriz) para evitar distrofias futuras (10).

## **Huesos Sesamoideos**

Generalmente fracturas por estrés o trauma directo en bailarines o corredores.

- **Diagnóstico:** Difícil de ver en Rx simple. La RM es el gold standard.
- **Manejo:** Inicialmente conservador (descarga, plantillas). Si falla y hay dolor crónico o necrosis, se realiza sesamoidectomía (parcial o total), teniendo cuidado de reparar el complejo flexor breve para evitar deformidades en "garra" o hallux valgus iatrogénico.

## **Consideraciones Especiales del Entorno Colombiano y Complicaciones**

### **Síndrome Compartimental del Pie**

El pie tiene **9 compartimentos** (medial, lateral, superficial, 4 interóseos, aductor y calcáneo).

- **Alerta:** En traumas por aplastamiento o fracturas múltiples de metatarsianos (típico accidente de moto con pie atrapado), el umbral de sospecha debe ser bajo.
- **Clínica:** Dolor desproporcionado a la lesión y dolor al estiramiento pasivo de los dedos (signo más sensible). La ausencia de pulsos es un signo tardío y ominoso.
- **Tratamiento:** Fasciotomía descompresiva de urgencia (abordaje dorsal doble incisión) (11).

### **Manejo de Tejidos Blandos en Trauma de Alta Energía**

En Colombia, muchas fracturas de calcáneo y pilón tibial llegan con gran edema.

- Estrategia "Damage Control Orthopedics" (Control de Daño): No operar de inmediato internamente.
- **Paso 1:** Fijador externo tipo Delta o montaje simple para distracción y mantenimiento de longitud.

- **Paso 2:** Esperar el "Signo de la Arruga" (Wrinkle Sign), usualmente 10-21 días.
- **Paso 3:** Fijación definitiva cuando la piel lo permita. Operar antes a través de piel edematosa es garantía de dehiscencia e infección (12).



**Figura 1. Tratamiento quirúrgico de secuelas de fractura de calcáneo.** (A) Radiografía lateral preoperatoria que evidencia una mala consolidación (malunión) severa del calcáneo tras una fractura antigua. Obsérvese el colapso de la altura del retropié, el aplanamiento del ángulo de Böhler y la incongruencia de la articulación subastragalina. (Nótese placa de osteosíntesis previa en tibia distal). (B) Radiografía lateral postoperatoria de salvamento. Se realizó una artrodesis (fusión) subastragalina reconstructiva utilizando tornillos canulados de gran diámetro para realinear el retropié y eliminar el dolor articular crónico.

## **Infección y Osteomielitis**

Dada la alta tasa de fracturas expuestas en accidentes de tránsito en vías nacionales, la profilaxis antibiótica y el desbridamiento agresivo (lavado con >9 litros de solución salina) antes de las 6 horas son los factores pronósticos más importantes para evitar la osteomielitis crónica, una patología con alta morbilidad y costos para el sistema de salud (SOAT/ EPS).


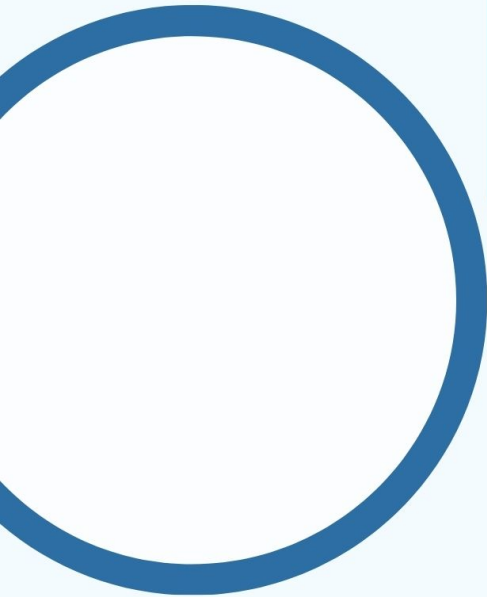
## **Bibliografía**

1. Gómez-Hoyos J, Moore J. Patrones de trauma de pie y tobillo en accidentes de motocicleta: Epidemiología en un centro de trauma nivel I en Colombia. *Rev Col Ortop Traumatol.* 2022;36(2):88-94.
2. Dodd A, Nherera L, Wignadasan W. The socioeconomic burden of calcaneal fractures: A systematic review. *Foot Ankle Surg.* 2021;27(6):581-587.
3. Sanders R, Vaughn Z. CT Classification of Calcaneal Fractures: 30 Years Later. *J Orthop Trauma.* 2023;37(Supp 1):S3-S8.
4. Park J, Lee E. Sinus Tarsi Approach vs Extended Lateral Approach for Calcaneal Fractures: A Meta-analysis of Recent Randomized Controlled Trials. *Foot Ankle Int.* 2020;41(11):1305-1314.
5. Rammelt S, Zwipp H. Talar Neck and Body Fractures. *Injury.* 2021;52(11):3235-3242.
6. Vallier HA. Current Evidence: Talar Neck Fractures and Risk of Avascular Necrosis. *J Am Acad Orthop Surg.* 2021;29(10):e780-e790.

7. Githens M, Yoon RS. Talar Neck Fractures: An Update on Current Concepts and Management Strategies. *J Orthop Trauma*. 2022;36(8):390-396.
8. Smith N, Stone C. Primary Arthrodesis vs Open Reduction Internal Fixation for Ligamentous Lisfranc Injuries: 5-Year Follow-up. *J Bone Joint Surg Am*. 2021;103(15):1421-1428.
9. Attia AK, Taha T. Minimally Invasive Surgery in Calcaneal Fractures: Does it reduce wound complications? *Foot Ankle Clin*. 2021;26(2):333-348.
10. Verhage S, Krijnen P. Outcome of phalangeal fractures of the toe: A prospective study. *Bone Joint J*. 2023;105-B(4):405-410.
11. Ministerio de Salud y Protección Social de Colombia. Guía de Práctica Clínica para el diagnóstico y tratamiento de fracturas de miembros inferiores y síndrome compartimental. Actualización 2023. Bogotá: MinSalud; 2023.
12. Rodríguez-Merchán EC. Management of open fractures of the foot and ankle in low-resource settings. *Int Orthop*. 2022;46(3):611-618.
13. Boffeli TJ, Collier RC. Surgical Techniques for Jones Fractures: Screw Fixation vs Plating. *J Foot Ankle Surg*. 2019;58(6):1229-1234.
14. Shabtai L, Hetsroni I. Central Metatarsal Fractures: When to Operate? *Clin Sports Med*. 2020;39(4):845-857.
15. Swords MP, Schramski M. Subtalar Joint Arthritis: Arthrodesis Techniques. *Foot Ankle Clin*. 2022;27(1):131-147.

## Datos de Autor

**Juan Felipe Casabon Pastrana**  
Médico Universidad el Bosque



La presente obra, Traumatología y Ortopedia del Miembro Inferior, ofrece una revisión actualizada, sistemática y basada en la evidencia de las principales patologías traumáticas y ortopédicas que afectan al miembro inferior. Se abordan las entidades más frecuentes y relevantes en los distintos niveles de atención, enfatizando su fisiopatología, presentación clínica, métodos diagnósticos —incluida la correlación imagenológica— y los principios del manejo terapéutico inicial y definitivo. La obra integra bibliografía reciente y casos clínicos representativos, orientados a fortalecer el razonamiento clínico, quirúrgico y la toma de decisiones del médico en formación, especialistas y personal de salud involucrado en la atención integral del paciente traumatológico

ISBN: 978-628-7821-17-0



9 786287 821170