

# Fracturas



*Este capítulo es de suma importancia, ya que la mayoría de las preguntas que te puedan preguntar respecto a la materia de traumatología tienen que ver con fracturas. El capítulo como tal se encuentra dividido por regiones anatómicas para poder facilitar su estudio y comprensión. Tu estudio se debe centrar en recordar la cinemática del trauma, su diagnóstico probable, complicación y el tratamiento más adecuado.*

## 1.1. Concepto, manifestaciones clínicas y diagnóstico

Una fractura puede definirse como la interrupción de la continuidad, de una placa fibrosa, ósea y/o cartilaginosa. Siendo importante, siempre valorar el daño al tejido blando circundante, ya que esto puede tener mayor relevancia clínica que la misma fractura; como podría ser la afectación de un vaso o un nervio.

Las fracturas se pueden presentar como consecuencia de un traumatismo directo, siendo de intensidad superior a la que el hueso sano puede soportar o más frecuentemente las de traumatismo indirecto, en donde la fuerza es transmitida a través de una o varias articulaciones hasta llegar al sitio de fractura. Como ejemplo tenemos las fracturas secundarias a caídas de gran altura en bipedestación siendo una fractura de calcáneo un ejemplo para fractura de trauma directo, y las fracturas en el confluente toraco-lumbar un ejemplo de fracturas de trauma indirecto.

También, hay que recordar las fracturas patológicas, como aquellas que aparecen como consecuencia de un hueso patológicamente alterado por procesos generales (osteogénesis imperfecta, osteomalacia, osteoporosis, Paget, etc.) o locales (neoplasias, lesiones pseudotumorales, etc.); la osteoporosis es actualmente la causa subyacente más frecuente en las fracturas patológicas, especialmente en mujeres posmenopáusicas. Las fracturas por fatiga o estrés se deben a exigencias mecánicas cíclicas inversas (movimientos repetitivos) o a fuerzas de compresión repetidas; pueden afectar a hueso patológico (como las zonas de Looser-Milkman del raquitismo y la osteomalacia) o sano, la más conocida y frecuente es la fractura del recluso o de del cuello del segundo metatarsiano, (fractura de la marcha) pero pueden presentarse en otras localizaciones como tercio distal de peroné o el tercio proximal de la tibia, etc.) (Figura 1).

Clinicamente, las fracturas pueden ocasionar dolor, tumefacción, deformidad e impotencia funcional. Siempre es conveniente explorar la función neurovascular distal a la fractura. El diagnóstico se confirma mediante radiografía simple en al menos dos proyecciones (generalmente anteroposterior y lateral). Una fractura es conminuta cuando en el foco se aprecian varios fragmentos óseos (incontables). En determinadas fracturas (húmero proximal, pelvis, acetábulo, calcáneo, vertebrales) puede estar indicada la realización de una TC. Las fracturas por fatiga pueden no apreciarse en la radiografía inicial; en dicha fase, puede ser de ayuda una gammagrafía, que revelaría hipercaptación en el foco de fractura, traduciendo actividad inflamatoria en el foco, o mejor de una resonancia magnética que mostraría los cambios precoces en la respuesta inflamatoria del hueso.

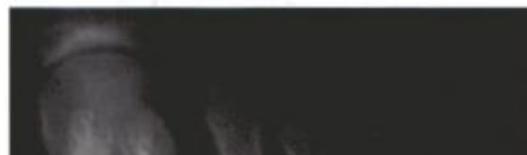


Figura 1. Fractura de estrés del segundo metatarsiano.

## Clasificación de las fracturas

Como hemos visto anteriormente las fracturas se pueden clasificar por el mecanismo de lesión, ya sea por trauma directo o trauma indirecto. Además de esta las fracturas también pueden ser clasificadas en base a los siguientes criterios:

- **Su relación con el estado de la piel:**
  - Fracturas cerradas: cuando la piel no ha sufrido daño, no existe comunicación entre la fractura y el exterior. Se valoran mediante la clasificación de e Tschene y Oestern (**Tabla 1**).
  - Fracturas abiertas: cuando la piel ha sufrido daño, existiendo una herida que deja el tejido óseo al exterior. Existe una clasificación de Gustilo y Anderson que se verá posteriormente a detalle.
- **Según el trazo de la fractura: Figura 2.**
  - Transversales: el trazo de fractura es perpendicular al eje longitudinal del hueso.
  - Longitudinales: el trazo de fractura sigue el mismo eje longitudinal del hueso.
  - Oblicua: el trazo de fractura tiene un ángulo entre 30° y 45°, con relación al eje longitudinal del hueso.
  - En ala de mariposa: se presenta cuando 2 trazos de fracturas oblicuas confluyen, formando un ángulo entre sí, para delimitar un tercer fragmento de forma triangular.
  - Multifragmentada: cuando existen varios trazos de fractura, dando lugar a más de tres fragmentos, siendo estos reductibles y contables.

nerando la formación de numerosos fragmentos óseos, siendo incontables o no reductibles.

En el **paciente pediátrico** debido a que cuentan con un periostio más grueso, se pueden presentar lo que se conoce como:

- Fractura en tallo verde (incompleta): en donde el hueso se puede presentar incurvado, observándose en su parte convexa un trazo de fractura el cual no llega a abarcar la totalidad del espesor del tejido óseo (**Figura 3**).



Figura 3. Fractura en tallo verde

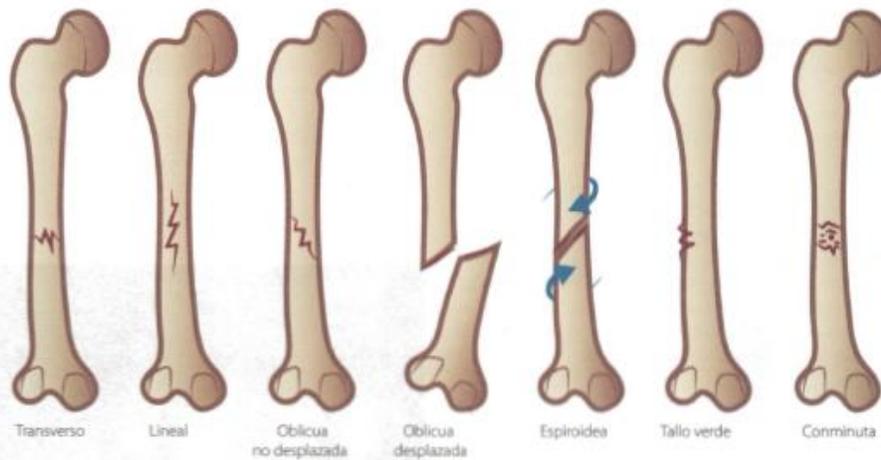


Figura 2. Clasificación de tipos de trazo de fractura

Grado	Lesión de partes blandas	Mecanismo	Desplazamiento	Conminución
0	Ausente o mínima	Indirecto	Mínimo	No
I	Abrusiones o contusiones superficiales	Indirecto	Moderado	No
II	Contusión muscular significativa e incluso abrasiones profundas contaminadas. Síndrome compartimental inminente.	Directo	Intenso	Sí
III	Contusión extensa, con despegamiento cutáneo y destrucción de la musculatura. Lesión vascular. Síndrome compartimental establecido	Directo y de alta energía	Intenso	Sí

Tabla 1. Clasificación de Tschene y Oesterns

- Fractura de torus o en rodete: se trata de una fractura generalmente a consecuencia de un mecanismo de aplastamiento, dándose la compresión a lo largo del hueso el cual impacta el hueso metafisario (zona de mayor porosidad) y abomba su cortical (Figura 4).



Figura 4. Fractura de Torus

Según su localización: siendo esta la forma más común de clasificar a las fracturas, debemos recordar que los huesos largos se dividen anatómicamente en tres zonas: la epífisis o zona articular, metafisis y diáfisis, inclu-

yendo la zona de la fisis (cartilago de crecimiento) en caso de tratarse de un paciente pediátrico la cual estará situada entre la epífisis y la metafisis.

**Figura 5.**

- Epifisarias: si afectan la superficie articular y si no se ve afectada por el trazo se nombrarán extraarticulares.
- Metafisarias: Pueden afectar a las metafisis superior o inferior del hueso.
- Diafisarias: Pueden afectar a los tercios superior, medio o inferior.
- Fisaria: cuando la fractura se produce en un niño e involucra al cartilago de crecimiento, para la cual existe una clasificación que las agrupa llamada Salter y Harris, la cual estudiaremos en el capítulo de ortopedia infantil y del adolescente.

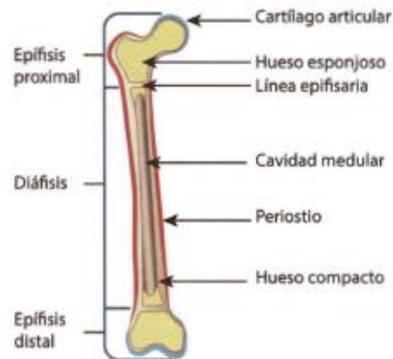


Figura 5. Partes del hueso largo

En el año 1958, el cirujano ortopédico

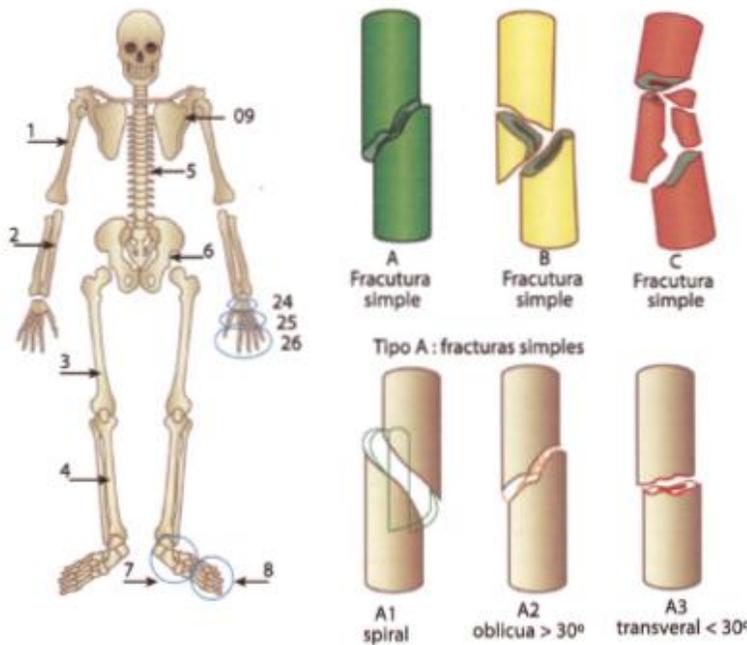


Figura 6. Clasificación AO de las fracturas

En el año 1958, el cirujano ortopédico suizo Maurice Edmond Müller fundó la AO (Asociación para la Osteosíntesis) como una organización sin ánimo de lucro para mejorar el estudio y aplicaciones de los Implantes en el tratamiento de las fracturas. El grupo AO ha desarrollado un sistema exhaustivo de clasificación de las fracturas, que se organiza en orden de gravedad ascendente de acuerdo con la complejidad de la lesión, la dificultad de su tratamiento, y el pronóstico. La clasificación AO se organiza de la siguiente manera:

• **El primer número representa el hueso largo:**

1. Húmero.
2. Cúbito y radio.
3. Fémur.
4. Tibia y peroné.

• **El siguiente número define el segmento óseo:**

1. Proximal.
2. Medio.
3. Distal.
4. Maleolar.

- La siguiente letra (A, B o C) designa el tipo de fractura. Las fracturas diafisarias pueden ser simples (A), en cuña (B), o complejas (C). En los segmentos proximal y distal del hueso, las fracturas pueden ser extraarticulares (A), articulares parciales (B), articulares completas (C) (Figura 6).
- El siguiente número define el grupo de fractura.

Con todo ello, una fractura pertrocantérea de fémur se clasificaría como 3.1.A.2:

3. Fémur,
  1. Proximal.
  - A. Trocantérea.
  2. Pertrocantérea.

La clasificación AO es compleja pero permite la comunicación científica y la ordenación de los tipos de fracturas en la práctica clínica y en las publicaciones científicas.

## 1.2. El proceso de consolidación de las fracturas. Injertos y sustitutos óseos

### Tipos de consolidación

La producción de una fractura supone no sólo el fracaso mecánico y estructural del hueso, sino también la disrupción de la vascularización en el foco de fractura. La consolidación de la fractura puede producirse a continuación de forma directa o indirecta. La consolidación directa, cortical o primaria (*per primam*) únicamente se produce cuando se consigue una reducción anatómica de los fragmentos y una ausencia prácticamente completa de movimiento (situación que se logra, por ejemplo, con una osteosíntesis con placas y tornillos). La consolidación se produce por el paso de conos perforantes en las zonas de contacto y la deposición osteoblástica de hueso nuevo en las zonas de no contacto, sin la participación de tejido cartilaginoso ni la formación de callo de

armazón de tejido cartilaginoso –el callo blando–, con colágeno tipo II y condroblastos en proliferación. El callo blando a continuación se osifica, por un proceso de osificación endomembranosa similar al de las fisas o cartilagos de crecimiento de los niños.

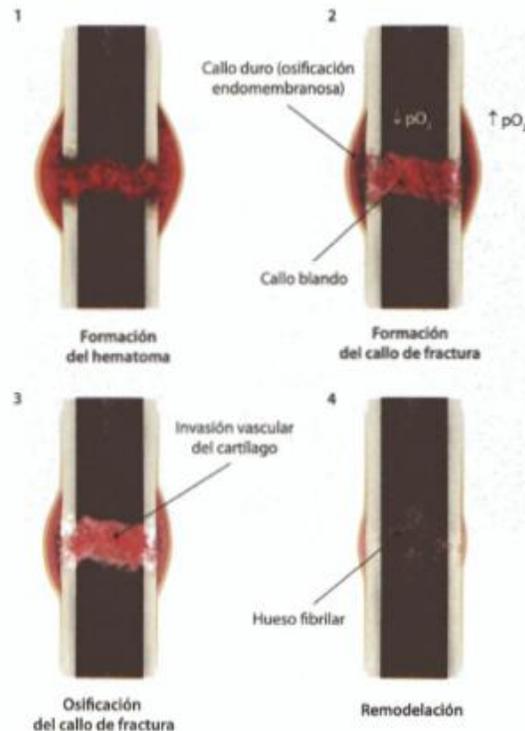


Figura 7. El proceso de consolidación de las fracturas

la deposición osteoblástica de hueso nuevo en las zonas de no contacto, sin la participación de tejido cartilaginoso ni la formación de callo de fractura. La consolidación indirecta o secundaria es la que se produce en las fracturas no estabilizadas quirúrgicamente o en las que hay una cierta movilidad interfragmentaria (osteosíntesis con clavos intramedulares o fijadores externos). En esta modalidad de consolidación hay una participación importante del periostio. Atraviesa por cuatro fases (Figura 7):

1. **Impacto y formación de hematoma.** Actualmente se considera que el hematoma que se acumula en el foco de fractura, más que servir como un armazón de fibrina que proporcione una cierta estabilidad inicial, es una fuente de moléculas de señalización que inician la cascada de eventos de la consolidación. Las plaquetas que van agregándose al hematoma liberan interleucinas 1 y 6 (IL-1, IL-6), factor transformador de crecimiento  $\beta$  (TGF- $\beta$ ) y factor de crecimiento derivado de plaquetas (PDGF).
2. **Formación del callo de fractura.** La tensión de oxígeno en diferentes regiones del foco de fractura es uno de los factores determinantes de la diferenciación tisular que se produce. En la zona periférica, junto al periostio, la elevada tensión de oxígeno permite la formación directa de hueso por osificación endomembranosa, formándose el llamado callo duro, con colágeno tipo I y osteoblastos. En la zona central existe hipoxia, y consecuentemente se forma un

Figura 7. El proceso de consolidación de las fracturas

3. **Osificación del callo de fractura.** A las dos semanas de la fractura, los condrocitos dejan de proliferar y el tipo celular predominante es el condrocito hipertrófico. Estas células comienzan a liberar las llamadas vesículas de matriz, que contienen proteasas, para degradar la matriz cartilaginosa, y fosfatasa, para liberar iones fosfato que puedan precipitar con el calcio contenido en las mitocondrias de los condrocitos hipertróficos. Una vez que el cartilago se ha calcificado, es invadido por vasos sanguíneos, acompañados por condrocitos y osteoclastos que digieren el cartilago calcificado y células perivasculares que se diferencian en sentido osteoblástico y depositan hueso nuevo.
4. **Remodelación.** El hueso inicialmente formado, tanto en el callo blando como en el callo duro, es hueso inmaduro o fibrilar (*woven bone*). Este tipo de hueso es el que forma los huesos fetales, y en el adulto únicamente puede encontrarse precisamente en el callo de fractura. Se caracteriza por una orientación trabecular irregular y va siendo progresivamente transformado en hueso maduro mediante el proceso de remodelación. En el hueso maduro, a diferencia del hueso fibrilar con una disposición trabecular desorganizada, las trabéculas se orientan en función de los requerimientos mecánicos, siguiendo la llamada ley de Wolff.

El hueso fibrilar sólo se encuentra en el feto y en el callo de fractura.



## Regulación del proceso de consolidación

El proceso de consolidación está regulado por factores bioquímicos y biofísicos (Tabla 2).

Factores que promueven la consolidación	Factores que dificultan la consolidación
<b>Hormonas</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>Hormona de crecimiento</li> <li>Insulina</li> <li>Esteroides anabolizantes</li> <li>HORMONAS TIROIDEAS</li> <li>Calcitonina</li> </ul>	<b>Alteraciones endocrinas</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>Diabetes</li> <li>Déficit de hormona de crecimiento</li> <li>Tratamiento con antiestrogénicos</li> </ul>
<b>Vitaminas</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>Vitamina A</li> <li>Vitamina D</li> </ul>	Malnutrición
Factores de crecimiento (IL-1, IL-6, BMPs, TGF- $\beta$ , FGFs, IGF, PDGF, etc.)	<ul style="list-style-type: none"> <li>Perturbación del hematoma de la fractura</li> <li>Tratamiento con indometacina</li> </ul>
<b>Factores físicos</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>Ejercicio y carga controlados</li> <li>Campos electromagnéticos</li> <li>Ultrasonidos de baja frecuencia</li> </ul>	<b>Factores físicos</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>Distracción, compresión o cizallamiento excesivos en el foco de fractura</li> <li>Intersposición de partes blandas en el foco de la fractura</li> <li>Radioterapia</li> </ul>
Oxígeno hiperbárico	<ul style="list-style-type: none"> <li>Hipoxia local, reducción de la vascularización local, lesión de partes blandas, anemia, consumo de tabaco</li> <li>Tratamiento con citostáticos</li> <li>Infección</li> <li>Denervación</li> <li>Edad avanzada</li> </ul>

Tabla 2. Factores que influyen en el proceso de consolidación de las fracturas

de las fracturas

## Factores bioquímicos

Ciertas proteínas de la matriz extracelular intervienen en la regulación del proceso de consolidación. Los llamados colágenos menores (V, IX, y X) regulan el crecimiento u orientación de los colágenos principales del hueso (I) y el cartilago (II).

La fibronectina, osteonectina, osteopontina y osteocalcina son proteínas que se encargan de la regulación del trabajo inicial de los osteoblastos al inicio de la osificación del callo de fractura. Ciertos factores de crecimiento (IL-1, IL-6, TGF- $\beta$ , PDGF, FGF-I, FGF-II) son fundamentalmente quimiotácticos y/o mitogénicos, y parecen regular la acumulación de células y su proliferación en las fases iniciales de la consolidación. Otros factores (BMP, IGF-I, IGF-II) regulan la diferenciación celular en sentido osteoblástico. Las proteínas óseas morfogenéticas más implicadas en el proceso de consolidación son la BMP-2 y la BMP-7 (proteína osteogénica 1 [OP-1]). El conocimiento de estos procesos ha estimulado, en los últimos años, la síntesis en el laboratorio de proteínas osteogénicas

para uso clínico. Algunas proteínas óseas morfogenéticas ya se encuentran disponibles en los hospitales para su utilización en pacientes con ausencias de consolidación de fracturas complejas. Su elevado costo económico restringe actualmente su aplicación a casos complejos y bien seleccionados.

En general, cualquier enfermedad sistémica dificulta la consolidación.



## Factores biofísicos (mecánicos)

Las tensiones a las que se ve sometido el foco de fractura también influyen en el proceso de consolidación. Como se ha mencionado previamente, la consolidación directa o cortical requiere la estabilización rígida de la fractura. La aplicación controlada de tensiones en compresión, distracción y cizallamiento favorece la formación de hueso; sin embargo, un exceso de compresión induce la formación de cartilago en lugar de hueso, y un exceso de distracción o cizallamiento, la formación de tejido fibroso. La aplicación de campos electromagnéticos y de ultrasonido de baja intensidad también favorece la consolidación de las fracturas.

Las fuerzas de compresión axial moderada promueven la consolidación.



## Injertos y sustitutos óseos

Aunque el tejido óseo tiene una increíble capacidad de regeneración, existen situaciones en las que la capacidad del hueso nativo no es suficiente para generar la cantidad de tejido óseo nuevo necesaria para conseguir el objetivo terapéutico que se persigue. En estas situaciones es necesario trasplantar hueso (realizar un injerto de hueso) o implantar algún material alternativo. Las indicaciones a la hora de realizar estos procedimientos incluyen el tratamiento de defectos óseos tras traumatismos, infecciones, resección de tumores o recambio de implantes

articulares (prótesis) y la realización de fusiones óseas (sobre todo, artrodesis lumbar).

Existen algunos términos relacionados con el injerto óseo y sus sustitutos cuyas definiciones conviene conocer. Un material es osteogénico si posee tanto las células como los factores de crecimiento necesarios para la formación de hueso (por ejemplo, la cresta ilíaca constituye un buen ejemplo de injerto osteogénico); **osteoinductor**, si añadido a un tejido estimula sus células para que formen hueso (por ejemplo, proteínas morfogenéticas del hueso); y **osteoconductor**, si facilita su progresiva sustitución por el tejido óseo que lo penetra (por ejemplo, un aloinjerto). Dependiendo de sus propiedades biomecánicas, diferentes materiales pueden proporcionar mayor o menor soporte estructural (Tabla 3).

El autoinjerto es el material ideal para tratar defectos óseos y realizar fusiones óseas: es osteogénico, osteoinductor, osteoconductor, proporciona cierto soporte estructural, no es inmunogénico y no transmite enfermedades. Las zonas dadoras más frecuentemente empleadas son la

cresta ilíaca (para autoinjerto esponjoso o corticoesponjoso) y el peroné (autoinjerto cortical). Sin embargo, la cantidad de autoinjerto de la que se puede disponer es limitada, y su obtención ocasiona una morbilidad añadida. Alternativamente al autoinjerto, puede utilizarse aloinjerto (hueso obtenido en el momento de la donación de órganos). El aloinjerto es osteoconductor y, en el caso del aloinjerto esponjoso, levemente osteoinductor. Sus ventajas con respecto al autoinjerto son su mayor disponibilidad y ausencia de morbilidad sobre el paciente. Sin embargo, es menos eficaz y tiene un cierto riesgo de transmisión de enfermedades e inmunogenicidad.

Otras definiciones que hay que conocer son la de injerto homólogo, entre individuos de la misma especie, y la de heterólogo, entre seres de diferentes especies.



El mejor injerto de todos es el de cresta ilíaca autólogo, ya que es osteogénico, osteoinductor y osteoconductor.



Como consecuencia del mejor conocimiento de la biología y biomecánica óseas, del interés por evitar la morbilidad asociada a la obtención de autoinjerto y de la creciente necesidad de injerto, se ha desarrollado un conjunto de sustitutos óseos. Se definen como aquellos biomateriales empleados para la sustitución de tejido óseo nativo en regiones con déficit (o pérdida) establecido o potencial de hueso, y con capacidad para inducir o ser sustituidos por tejido óseo nativo. Existen algunos que son

fundamentalmente osteoinductores (matriz ósea desmineralizada, BMP), otros que son osteoconductores y proporcionan cierto soporte estructural (cerámicas, biovidrios, combinaciones de colágeno con cerámica) y algunos que combinan ambas propiedades. También se está estudiando la posibilidad de aumentar la concentración sistémica o local de factores de crecimiento mediante técnicas de ingeniería genética (estimulación de la transcripción de los genes implicados en las células de interés o introducción de secuencias genéticas autorreplicativas utilizando vectores virales o no virales).

El tratamiento de la ausencia de consolidación suele ser quirúrgico. En el tipo atrófico, es necesario aumentar la capacidad osteogénica de la zona afectada mediante autoinjerto o algún sustitutivo óseo o factor de crecimiento (fundamentalmente osteoinductor), generalmente asociado a la estabilización rígida del foco (placa y tornillos). En el tipo hipertrófico, la estabilización rígida del foco (por ejemplo, mediante enclavado intramedular) puede ser suficiente para conseguir la consolidación, y en muchos casos no es necesario abordar directamente el foco o añadir injerto o sustitutos, aunque en ocasiones sí es necesario (Tabla 4).

## Alteraciones del proceso de consolidación

Existen diferentes factores que pueden influir de forma positiva o negativa en el proceso de consolidación (véase la Tabla 2). La vascularización del foco de fractura es uno de los factores críticos para el proceso de consolidación. Huesos con vascularización precaria (cabeza humeral, escafoides carpiano, cabeza y cuello femorales, cuerpo del astrágalo, tibia distal) o en los que la vascularización se vea amenazada por el traumatismo (fracturas abiertas o con gran destrucción de partes blandas) o la cirugía (desperiostización demasiado extensa) desarrollan con facilidad alteraciones del proceso de consolidación (o necrosis isquémica de alguno de los fragmentos).

Se habla de retardo o retraso de consolidación cuando una fractura consolida pasado más tiempo del habitual para el hueso del que se trate. El término ausencia de consolidación se emplea para aquellas situaciones en las que se anticipa que la fractura no va a consolidar a menos que se intervenga desde el exterior. Existen dos tipos: atrófica (hipotrófica) e hipertrófica. En la ausencia de consolidación atrófica, radiológicamente se aprecia que los extremos óseos se encuentran adelgazados y afilados; este tipo se debe fundamentalmente a reducción del potencial osteogénico por mala vascularización y lesión de partes blandas. En la ausencia de consolidación hipertrófica, radiológicamente se aprecia que los extremos óseos están ensanchados (la imagen radiológica se compara con la silueta de la "pata de un elefante"); este tipo se debe fundamentalmente a una excesiva movilidad del foco de fractura por falta de estabilidad. Se denomina pseudoartrosis a aquella ausencia de consolidación en la que se forma una cavidad con una membrana pseudosinovial y líquido en su interior. Suele tratarse de ausencias de consolidación de larga evolución. Con frecuencia, se emplean los términos ausencia de consolidación y pseudoartrosis como sinónimos, aunque no es estrictamente correcto.

		Autoinjerto	Aloinjerto	Sustitutivo óseo
Osteogénico	Forma hueso	SÍ	NO	NO
Osteoinductor	Estimula la formación de hueso	SÍ	Sólo si es hueso esponjoso	SÍ
Osteoconductor	Dirige la formación ósea	SÍ	SÍ	SÍ

Tabla 3. Tipos de injertos óseos

Ausencia de consolidación	Atrófica	Hipertrófica
Localización típica	Dιάfisis húmero	Dιάfisis tibia
Causa	Mala vascularización del foco	Excesiva movilidad del foco
Clinica	No ha consolidado tras 6 meses de tratamiento	Similar a la atrófica
Radiología	"Hoja de sable"	"Pata de elefante"
Tratamiento	Injerto óseo vascularizado y osteosíntesis	Estabilización rígida del foco (placa + tornillos, clavos)

Tabla 4. Tipos de ausencia de consolidación

### 1.3. Principios generales del tratamiento

El objetivo del tratamiento de las fracturas es conseguir la máxima recuperación funcional del segmento involucrado mediante el establecimiento de las condiciones que facilitan los procesos biológicos normales de consolidación en una posición adecuada de los fragmentos fracturarios. Para ello, no siempre es necesaria la reconstrucción anatómica del hueso fracturado. Las consideraciones estéticas están en un segundo plano del tratamiento. La **Tabla 5** recoge las modalidades terapéuticas empleadas en el tratamiento de las fracturas.

El tratamiento inicial ante un evento traumático, como podría ser un esguince o fractura se puede iniciar el manejo con el método RICE. El método RICE es una neumotecnia denominada por sus siglas en inglés: *Rest* (Reposo) *Ice* (Hielo) *Compression* (Compresión) y *Elevation* (Elevación).

Comprendiendo que el **reposo** será una parte fundamental en el manejo de una lesión, evitando de esta manera el desplazamiento de fracturas o el agravamiento de lesiones ligamentarias o tendinosas. Durante esta primera atención de la lesión, recordamos que el proceso inflamatorio dura 72 horas, por lo cual se debe comenzar con la aplicación de **Hielo** sobre la lesión con el objetivo de disminuir el proceso inflamatorio, dándonos un efecto analgésico y la disminución de hemorragia por efecto de la vasoconstricción. Recordando que debemos evitar el contacto directo de la piel con el hielo con el fin de evitar quemaduras. El objetivo de la **Compresión** será el de disminuir la irrigación en el área lesionada, para ello se puede utilizar algún tipo de vendaje sin ajustarlo demasiado, para no bloquear la circulación en su totalidad. Y por último, pero no menos importante sería la **Elevación** de la extremidad lesionada; mejorando con esto el retorno venoso, con la finalidad de reducir la inflamación lo que conlleva a la disminución del dolor. No hay que olvidar que el método RICE será útil solo en lesiones leves y como tratamiento previo a una atención especializada, la cual puede ser conservadora o quirúrgica.

Bajo el término tratamiento conservador o tratamiento ortopédico, se contemplan todos aquellos gestos terapéuticos (incluyendo la abstención) que no requieren actuación quirúrgica.

Determinadas fracturas requieren únicamente la estabilización mediante cercaje o sindactilización (utilizar un dedo sano de la mano o del pie para mantener alineado el adyacente lesionado mediante tiras de esparadrapo); férulas (dispositivo rígido de yeso u otro material que recubre parcialmente un segmento, inmovilizándolo en una posición concreta); vendajes enyesados circulares (proporcionan mayor inmovilización y mantienen mejor la posición correcta del foco de fractura); tracción cutánea (aplicación de peso a un segmento a través de la piel) o tracción esquelética (aplicación de peso con una cuerda y un estribo, a través de una aguja o clavo que atraviesa un hueso). Puede o no ser necesaria la reducción (el término reducción hace referencia a restaurar las relaciones anatómicas normales en el foco de fractura) por manipulación previa. Las fracturas por fatiga suelen consolidar simplemente con reducción de la actividad física o el reposo funcional.

El tratamiento quirúrgico supone la estabilización de la fractura, que no siempre significa la apertura quirúrgica del foco de fractura en sí. Esto puede conseguirse mediante fijación externa (con el empleo de osteotaxos o fijadores externos) o interna. El objetivo de un tratamiento quirúrgico

	Modalidad	Principales indicaciones	
Tratamiento conservador	Abstención terapéutica/reposo	Fractura costal aislada, algunas fracturas por fatiga	
	Sindactilización	Fracturas de los dedos	
	Férulas/ortesis/cosés/yesos	<ul style="list-style-type: none"> <li>Algunas fracturas vertebrales, de húmero, muñeca y tibia</li> <li>Gran parte de las fracturas de los niños</li> </ul>	
	Tracción cutánea	Inmovilización provisional de fracturas de cadera	
	Tracción esquelética	<ul style="list-style-type: none"> <li>Fracturas de fémur del niño</li> <li>Fracturas de acetábulo no desplazadas</li> <li>Inmovilización provisional de fracturas de fémur del adulto</li> </ul>	
Tratamiento quirúrgico	Fijación interna/osteosíntesis	Agujas de Kirschner	<ul style="list-style-type: none"> <li>Fijación de pequeños fragmentos</li> <li>Fracturas infantiles</li> </ul>
		Cercaje/obtenque	Fracturas de rótula y olécranon
		Tornillos y placas	<ul style="list-style-type: none"> <li>Fracturas del antebrazo del adulto, fracturas del húmero proximal y distal</li> <li>Fracturas de otras diáfisis y metafisis con extensión intraarticular</li> </ul>
		Clavo intramedular	<ul style="list-style-type: none"> <li>Fracturas de fémur y tibia del adulto</li> <li>Fracturas de húmero</li> </ul>
	Fijación externa	<ul style="list-style-type: none"> <li>Fracturas abiertas (riesgo de infección)</li> <li>Fracturas con compromiso vascular</li> <li>Fracturas de pelvis inestables</li> <li>Fracturas intraarticulares complejas (pílon tibial)</li> <li>Ausencia de consolidación en infectadas</li> <li>Fracturas en quemados</li> <li>Alargamiento óseo</li> </ul>	

Tabla 5. Tratamiento de las fracturas

co en una fractura es su reducción anatómica y la movilización precoz de las articulaciones adyacentes, para evitar así atrofas y rigideces.

Los fijadores externos se componen de tornillos largos que se anclan al hueso en varios puntos fuera del foco de fractura y que se conectan entre sí mediante una o más barras. Pueden ser circulares (como el fijador de Ilizarov) o laterales. Se emplean fundamentalmente en el tratamiento de las fracturas abiertas, en las fracturas de pelvis (especialmente en presencia de compromiso hemodinámico, en las que se requiere estabilización urgente), en fracturas con lesión vascular (se precisa fijación rápida, campo libre para la reparación del vaso, y evitar riesgo de infección local con implante en el foco de fractura), en algunas fracturas intraarticulares complejas (como las de pilón tibial), en las ausencias de consolidación infectadas y en los alargamientos óseos.

La fijación interna puede conseguirse mediante el empleo de tornillos y placas o mediante clavos intramedulares. Estos últimos pueden ser flexibles (como los clavos de Ender o los de Rush) o rígidos (como el clavo de Küntscher). Previamente a la introducción de clavos rígidos, puede ser necesario fresar (agrandar la cavidad medular mediante brocas para ajustar mejor el clavo al hueso) el interior de la cavidad medular. En fracturas inestables y cuando no se fresa la cavidad medular, los clavos rígidos se bloquean mediante tornillos que atraviesan el hueso y el clavo al mismo nivel, para aumentar la estabilidad primaria del montaje.

Los términos osteosíntesis y fijación interna son superponibles, si bien en ocasiones se reserva el término osteosíntesis para la fijación con tornillos y/o placas. La osteosíntesis con tornillos y placa está indicada fun-

en ocasiones se reserva el término osteosíntesis para la fijación con tornillos y/o placas. La osteosíntesis con tornillos y placa está indicada fundamen-

La fijación interna debe evitarse en presencia de infección activa o cuando la fractura tenga un riesgo elevado de infección (fracturas abiertas con gran destrucción de partes blandas).

Cuando se realiza una osteosíntesis con placas y tornillos, la técnica quirúrgica debe ser cuidadosa para evitar una excesiva lesión de las partes blandas durante la cirugía, en un intento de preservar la vascularización local y perturbar lo menos posible el proceso biológico de consolidación. De hecho, existen actualmente sistemas disponibles (como las denominadas placas MIS [del inglés minimally invasive surgery, cirugía mínimamente invasiva]) que permiten realizar en algunas localizaciones (sobre todo, fémur y tibia) la osteosíntesis con placa mediante incisiones mínimas, introduciendo las placas y tornillos percutáneamente.

Los pacientes politraumatizados (lesión en al menos una de las tres cajas –craneal, torácica, abdominal– con fracturas) y los polifracturados deben intervenir de sus fracturas en las primeras horas desde el traumatismo, para disminuir el sangrado, evitar complicaciones (como el síndrome de embolia grasa) y facilitar la movilización (Figura 8).

A pesar de que cada fractura tiene su "personalidad" y requiere un análisis pormenorizado antes de asentar la indicación de tratamiento, existen una serie de indicaciones generales de tratamiento quirúrgico de las fracturas entre las que se encuentran las que se exponen a continuación.



Figura 8. Politraumatizado y polifracturado

## Por las lesiones asociadas

Determinadas fracturas requieren tratamiento quirúrgico, no sólo por la naturaleza de la fractura en sí, sino por la presencia de lesiones asociadas. En este grupo se incluyen:

- Fractura abierta.
- Lesión vascular asociada.
- Lesión nerviosa asociada que requiera reparación.
- Síndrome compartimental asociado.
- Paciente politraumatizado (en él pueden ser quirúrgicas fracturas que de forma aislada no lo son).
- Codo flotante (fractura de húmero y ambos huesos del antebrazo en la misma extremidad superior).
- Rodilla flotante (fractura de diáfisis femoral y tibial en la misma extremidad inferior).

## Por la naturaleza de la fractura

### Por la naturaleza de la fractura

Otras fracturas son quirúrgicas por sus propias características. En este grupo se incluyen:

- **Fracturas en las que es necesaria la reducción anatómica y movilización precoz.** El ejemplo clásico lo constituyen las fracturas intraarticulares desplazadas de extremidad inferior; si no se reconstruyen anatómicamente, se favorece el desarrollo de artrosis de forma temprana, y si no se movilizan de forma precoz, se desarrolla una rigidez difícil de tratar.

Las fracturas intraarticulares se consideran desplazadas a partir de los 2 milímetros, y deben tratarse quirúrgicamente para evitar artrosis precoz.



- **Fracturas sometidas permanentemente a distracción o cizallamiento.** En fracturas como la transversa de rótula, la de olécranon, la avulsión de la inserción en el calcáneo del tendón de Aquiles, la fractura de Bennett, etcétera, los fragmentos tienden a separarse debido a la tracción de músculos o tendones, impidiendo la consolidación espontánea.
- **Necesidad de reincorporar al paciente.** El ejemplo clásico lo constituyen las fracturas de cadera, que si de por sí son quirúrgicas, y lo son aún más teniendo en cuenta que ocurren preferentemente en el anciano. El hecho de tratar de forma conservadora estas fracturas supondría mantener en cama durante mucho tiempo a pacientes que con facilidad desarrollan escaras, trombosis venosa profunda y neumonías nosocomiales.
- **Fractura patológica asociada a neoplasia.** Si un hueso se ha fracturado por un debilitamiento patológico, difícilmente va a tener suficiente potencial como para consolidar la fractura (excepción hecha

de algunos tumores como el quiste óseo esencial, que puede incluso curarse como consecuencia de la consolidación de una fractura patológica a su través).

Por tanto, el tratamiento de la mayor parte de las fracturas patológicas, especialmente las secundarias a metástasis, consiste en estabilizar quirúrgicamente el foco de fractura y añadir el tratamiento oncológico específico en función de la estirpe tumoral.

- **Fracaso del tratamiento conservador.** Las fracturas diafisarias bilaterales de húmero y tibia son indicación relativa de osteosíntesis, ya que el tratamiento conservador condiciona una total dependencia del paciente:
  - En el primer caso, por la inmovilización prolongada de ambas extremidades superiores.
  - En el segundo caso, por la necesidad de descarga inicial que puede evitarse o acortarse con el tratamiento quirúrgico.

La **Tabla 5** resume las principales indicaciones del tratamiento conservador y quirúrgico de las fracturas más frecuentes.

Se pueden definir como fracturas quirúrgicas por sus propias características las siguientes:

- Fracturas en las que es necesaria la reducción anatómica y movilización precoz.
- Fracturas sometidas permanentemente a distracción o a cizallamiento.
- Fracturas por necesidad de reincorporar al paciente.
- Fractura patológica asociada a neoplasia.
- Fracaso del tratamiento conservador.

**Recuerda**



**Figura 9.** Fractura abierta de tibia con exposición ósea

- **Grado I.** Los propios fragmentos fracturarios cortantes ocasionan la herida, por lo que se abre "de dentro a fuera" y la herida es menor de 1 cm. Presenta un grado de contaminación mínimo.
- **Grado II.** Existe un grado moderado de contaminación y destrucción de partes blandas, pero sin llegar a constituir un grado III.
- **Grado III.** Generalmente, la herida tiene más de 10 cm y ocurre de "fuera a dentro". Tanto la contaminación como la destrucción son importantes. Según la afectación de partes blandas, se subdivide en:
  - IIIA. Es posible la cobertura de todo el hueso expuesto con partes blandas (cierre primario).
  - IIIB. Para lograr una adecuada cobertura, es necesario recurrir a procedimientos especiales, como colgajos o injertos.
  - IIIC. Existe lesión vascular asociada.

En la fractura abierta existen dos problemas: 1) el foco de fractura está

contaminado por microorganismos, y 2) se ha perdido parte de la cubierta muscular y perióstica en el foco, que reduce tanto la capacidad de defensa frente a la infección como el potencial de consolidación. Por ello, las principales complicaciones que pueden presentar estas fracturas son la infección y las alteraciones del proceso de consolidación. Cuanto mayor sea el grado, mayores posibilidades existen de que se presenten estas dos complicaciones. Las fracturas abiertas grado I se tratan en muchas ocasiones como si fueran cerradas, con la única precaución de vigilar con curas frecuentes la evolución del paciente.

## 1.4. Complicaciones generales de las fracturas

La **Tabla 6** presenta los tipos de fracturas más frecuentes. De las diferentes complicaciones que pueden presentar las fracturas, se van a reparar las más importantes.

Fracturas más frecuentes		
Pedilátricos	Adulto	Adulto mayor (>65 años)
Húmero (supracondilea)	Tibia y peroné	Radio distal
Radio y cubito	Mano	Cadera
Mano	Radio y cubito	Cuerpo vertebral lumbar

**Tabla 6.** Fracturas más frecuentes

Las fracturas por arma de fuego se clasifican directamente en grado III, y las que implican lesión vascular, en grado IIIC, independientemente de la lesión de partes blandas.

**Recuerda**

Las fracturas abiertas constituyen una urgencia. Los objetivos de su tratamiento son: en primer lugar, conseguir la curación de las partes blandas en ausencia de infección y, en segundo lugar, que la fractura consolide en un periodo de tiempo aceptable.

### Fractura abierta

Se considera que una fractura es abierta cuando el foco de fractura comunica con el exterior a través de una herida (**Figura 9**). La herida no tiene por qué estar localizada sobre el foco de fractura, pero sí en el mismo segmento corporal (herida en pierna-fractura tibia y peroné).

La tibia es la localización más frecuente de fractura abierta. Estas fracturas se clasifican, siguiendo a Gustilo y Anderson, de la siguiente forma:

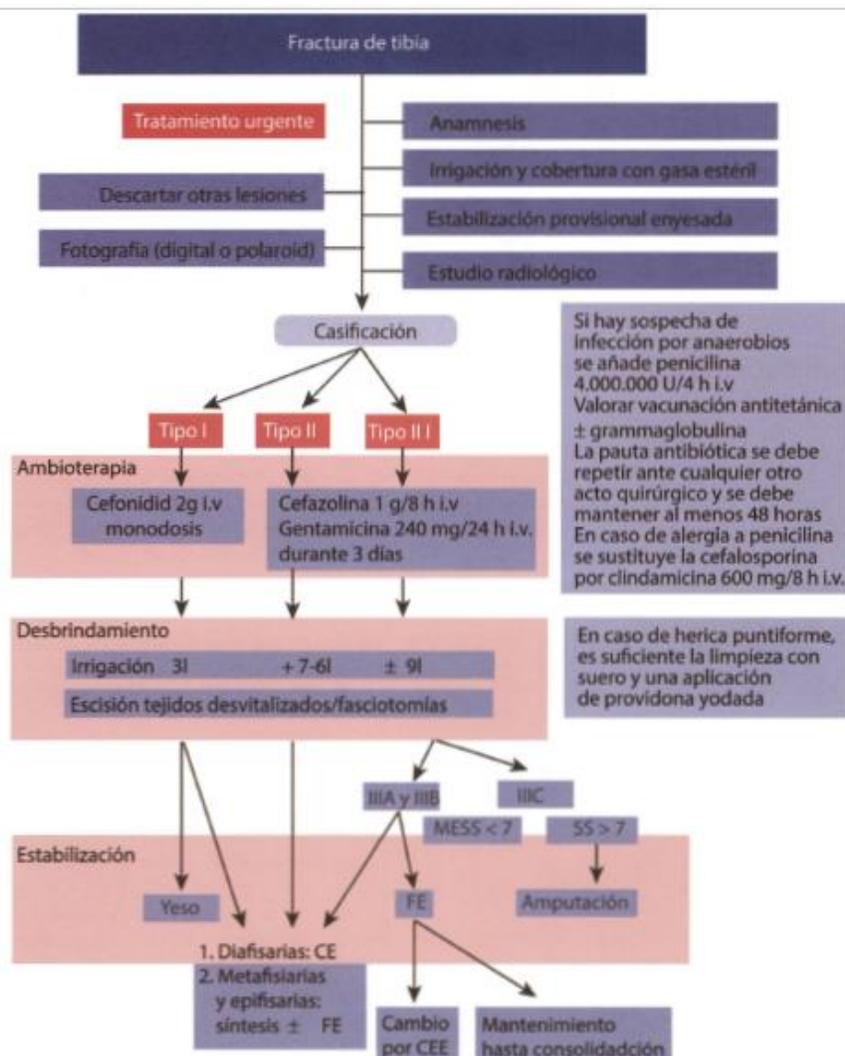
Inicialmente, se procederá con la limpieza de la herida (considerándose infectada una herida si han pasado más de 6 horas para su atención), mediante sistemas de irrigación pulsátil y el uso de abundantes cantidades de solución estéril, logrando así quitar toda suciedad, pedazos de ropa o materiales extraños, mientras que en algunos centros de atención refieren el no requerirse grandes cantidades de solución estéril, éstas se prefieren para diluir y arrastrar mecánicamente toda contaminación de la herida, posterior a ello

su tratamiento consiste en realizar un desbridamiento quirúrgico de todo el tejido necrótico, administrar antibióticos por vía intravenosa (generalmente una cefalosporina de primera generación y un aminoglucósido –cobertura de microorganismos cutáneos como *Staphylococcus epidermidis*–, añadiendo penicilina si existe contaminación con tierra–anaerobios–), la duración del tratamiento antibiótico podrá ser de una monodosis en fracturas tipo I y prolongarlo hasta por 72 horas en caso de fracturas grado II y III, haciendo hincapié que en caso de verse necesario la realización de otro acto quirúrgico se debe de repetir la pauta hasta por 48 horas en cada ocasión. En la **Figura 10** se puede observar un ejemplo de logaritmo para el tratamiento de la fractura expuesta en tibia.

Debemos recordar el realizar una adecuada profilaxis antitetánica y estabilizar rigidamente la fractura. Esto último se puede conseguir con un fi-

jador externo o, en determinadas localizaciones (fémur, algunas fracturas de tibia), enclavado intramedular.

La osteosíntesis con placa y tornillos casi siempre está contraindicada. Si la fractura no consolida, curadas las partes blandas, puede ser necesario aportar injerto óseo y modificar el dispositivo de estabilización ósea. Las fracturas abiertas grado IIIC tienen una lesión arterial que requiere reparación, con independencia del grado de lesión de los tejidos blandos. Determinadas fracturas abiertas (con elevada contaminación y lesión vasculonerviosa asociada no reconstruible) son subsidiarias de amputación precoz. La decisión de amputar o no una extremidad catastrófica es una de las más difíciles de tomar, y de hecho se han desarrollado escalas de valoración como la escala MESS (**Tabla 7**) para optar o no por la amputación, según la puntuación obtenida al aplicar dichas escalas.



Factor	Puntuación
<b>Lesión esquelética / partes blandas</b>	
Baja energía (herida, fractura civil)	1
Mediana energía (fractura abierta o múltiple)	2
Alta energía (Lesión por arma de fuego, aplastamiento)	3
Muy alta energía (Lo anterior mas gran contaminación)	4
<b>Isquemia del miembro</b>	
Pulso reducido o ausente pero perfusión normal	1*
Pulso ausente, llenado capilar disminuido	2*
Extremidad fría, insensible y paralizado	3*
<b>Shock</b>	
Presión sistólica siempre > 90 mmHg	0
Presión sistólica transitoriamente < 90 mmHg	1
Presión sistólica persistentemente < 90 mmHg	2
<b>Edad</b>	
< 30	0
30 - 50	1
> 50	2

\* Se duplica el valor si la duración de la isquemia excede las 6 horas

Tabla 7. Escala de Mess

En general, se opta por la preservación del miembro catastrófico en pacientes jóvenes, en la extremidad superior y en situaciones en las que el paciente está hemodinámicamente estable. En pacientes de edad más avanzada, que se presentan con hipotensión grave, con lesiones de extremidad inferior y un tiempo de evolución largo (mayor de 6 o 12 horas desde el traumatismo), existe mayor tendencia a optar por la amputación.

En algunas fracturas abiertas grado II-IIIa diafisarias de tibia y fémur, puede estar indicada la estabilización mediante clavo intramedular.



## Síndrome compartimental

Se define como el cuadro clínico que se establece cuando la presión tisular en el interior de un compartimento osteofascial aumenta hasta ocluir la circulación muscular. El aumento de presión puede deberse a circunstancias que aumenten el contenido del compartimento (edema resultante de un traumatismo, quemadura o reperfusión postisquémica; hematoma procedente de un foco de fractura; infusión intracompartimental accidental de líquido, etc.) y/o reduzcan la distensibilidad del mismo (yeso o vendaje muy apretado, sutura de fascias a tensión, etc.). Las fracturas más frecuentemente asociadas a síndrome compartimental son las de tibia, antebrazo y codo, especialmente las fracturas supracondíleas infantiles. El hecho de que una fractura sea abierta no impide que pueda establecerse un síndrome compartimental. También puede aparecer en fracturas tratadas quirúrgicamente.

La isquemia consecutiva al aumento de presión desencadena fenómenos de necrosis muscular y nerviosa. Inicialmente, el paciente refiere un

dolor desproporcionado para la lesión que presenta; el dolor aumenta con el estiramiento pasivo de los músculos contenidos en dicho compartimento. Posteriormente aparecen alteraciones sensitivas. El pulso distal puede y suele estar conservado, ya que sólo se afecta la circulación muscular. La medición de la presión intracompartimental revela valores por encima de 30-40 mmHg, y la diferencia entre la presión compartimental y la diastólica suele ser menor de 30 mmHg (Figura 11).

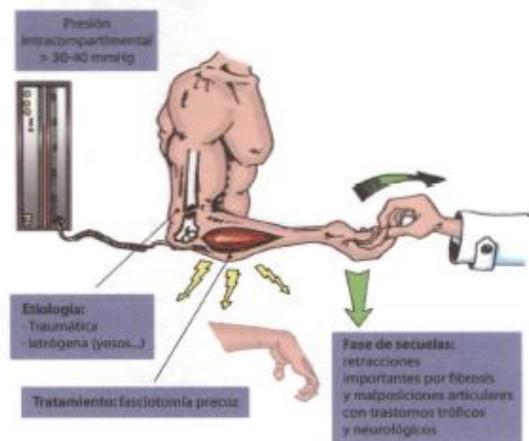


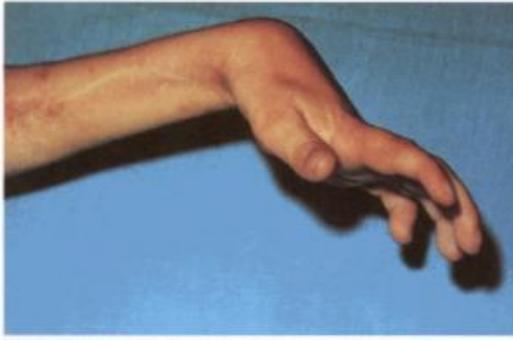
Figura 11. Síndrome compartimental

A pesar de que el aumento de la presión en un compartimento es el único dato definitorio de síndrome compartimental, la simple sospecha clínica requiere la retirada de vendajes o yesos, manteniendo la extremidad afectada elevada para evitar el aumento del edema. Si el cuadro no cede, es necesaria la apertura quirúrgica urgente del compartimento o compartimentos afectados mediante fasciotomía (Figura 12).



Figura 12. Fasciotomía en síndrome compartimental dorsal del antebrazo

En caso de existir una fractura asociada, se puede realizar al mismo tiempo la estabilización quirúrgica de la misma. Si la descompresión del compartimento no se realiza a tiempo, pueden presentarse en la fase aguda fenómenos de necrosis con sobreinfección y de insuficiencia renal aguda por mioglobinuria y, en fase crónica, retracciones musculares y alteraciones tróficas. El término contractura isquémica de Volkmann (Figura 13) hace referencia a la fase de secuelas del síndrome compartimental volar o anterior profundo del antebrazo.



**Figura 13.** Contractura isquémica de Volkmann

Ocasionalmente, algunos pacientes pueden presentarse con un síndrome compartimental crónico. Suele tratarse de deportistas con gran hipertrofia muscular que, cuando realizan ejercicio, presentan dolor en la musculatura que les impide continuar con la actividad. Este dolor se atribuye al aumento de presión con el ejercicio en un compartimento que ya se encuentra al límite por la gran hipertrofia muscular. Suele afectar a los compartimentos de la pierna, y se resuelve bien renunciando a continuar con una actividad deportiva intensa, o bien realizando una fasciotomía de los compartimentos afectados.

El tratamiento del síndrome compartimental es la fasciotomía, que constituye una emergencia en aquellos casos en los que está indicada.



gulación autonómica, cambios tróficos e importante repercusión psíquica. Debido a la confusión terminológica que existe en relación con esta entidad, la Asociación Internacional para el Estudio del Dolor ha decidido denominar el cuadro síndrome de dolor regional complejo (SDRC) y dividirlo en dos tipos: en el SDRC tipo I no hay una lesión de nervio periférico identificable, mientras que en el SDRC tipo II existe una lesión de nervio periférico definida.

Un ejemplo frecuente de SDRC son las fracturas de Colles.



La distrofia simpaticorreleja puede ser el resultado de lesiones traumáticas (accidentales o iatrogénicas) o de enfermedades diversas, entre las que se incluyen infarto de miocardio, lesiones neurológicas (ACV, neoplasias, mielopatías, radiculitis, etc.), infecciones, vasculopatías (vasculitis, TVP, etc.), tratamiento con ciertos fármacos (tuberculostáticos, barbitúricos y ciclosporina A) y trastornos musculoesqueléticos (defectos posturales o síndromes miofasciales).

Cuando el origen es traumático, suele tratarse de lesiones aparentemente banales en regiones ricas en terminaciones nerviosas (como la piel de dedos y mano, y estructuras periarticulares de interfalángicas, muñeca y tobillo) o de inyecciones en nervios periféricos. A veces, la única causa identificable es una inmovilización prolongada en descarga.

### Fisiopatología

La fisiopatología del SDRC no se conoce por completo, si bien existen

El tratamiento del síndrome compartimental es la fasciotomía, que constituye una emergencia en aquellos casos en los que está indicada.



### Fisiopatología

La fisiopatología del SDRC no se conoce por completo, si bien existen varias teorías. Clásicamente, el SDRC se ha atribuido a una alteración del sistema nervioso simpático, pero otros autores lo atribuyen a hipersensibilidad local a catecolaminas, factores inflamatorios locales, una respuesta exagerada del sistema nervioso central (médula espinal o vías espino-talámicas) a una lesión nerviosa o a la creación de conexiones aberrantes entre fibras nerviosas sensitivas y simpáticas como resultado de una lesión nerviosa.

### Clinica

El diagnóstico de SDRC se basa en la exploración física, porque no existe ninguna prueba de laboratorio o técnica de imagen que pueda confirmar o excluir el diagnóstico de forma definitiva. Tradicionalmente, el curso clínico del SDRC se dividió en tres fases (**Tabla 8**).

El dolor suele ser quemante, no corresponde al territorio de ningún dermatoma o nervio periférico, y tiende a progresar proximalmente. Se acompaña de hiperestesia (el paciente habitualmente protege el miembro afectado de cualquier contacto). Cuando se afecta la mano, las fases clínicas tienen relevancia terapéutica porque, cuanto antes se inicie el tratamiento, más probable es tener una buena respuesta. Esta relación entre tratamiento precoz y respuesta al mismo está más discutida en los casos que afectan a la extremidad inferior.

### Necrosis isquémica o avascular

En ocasiones, una fractura conduce a la interrupción de la vascularización de alguno de los fragmentos fracturarios, y como consecuencia, este se necrosa. Las localizaciones típicas de esta complicación, por su vascularización ya de por sí "precaria", son el polo proximal del escafoide carpiano, el cuerpo del astrágalo, la cabeza femoral en las fracturas del cuello y la cabeza humeral en las fracturas del cuello anatómico o conminutas.

Clinicamente, suele cursar con dolor, si bien en ocasiones la repercusión no es demasiado marcada. Radiológicamente, se aprecia aumento de densidad, y posteriormente, fragmentación. El tratamiento varía en función de la localización, extensión y sintomatología. En el escafoide suele requerir extirpación del fragmento o aporte de injerto; en el fémur y húmero proximales, la colocación de una prótesis; y en el astrágalo, el empleo de una ortesis de descarga o la artrodesis del tobillo.

### Síndrome de dolor regional complejo (SDRC o distrofia simpaticorreleja o síndrome de Sudeck)

Este término se aplica a una variedad de entidades aparentemente no relacionadas (dolor mediado por el simpático, atrofia ósea de Sudeck, causalgia, síndrome mano-hombro, etc.) que se caracterizan fisiopatológicamente por hiperactividad del sistema nervioso simpático, en respuesta a una lesión tisular, y clínicamente, por dolor, alteraciones sensitivas, disre-

Tanto el síndrome compartimental como el SDRC pueden aparecer incluso sin fractura.



Fase	Duración habitual (meses)	Características clínicas	Técnicas de imagen
Aguda	0-3	Extremidad caliente, roja, edematosa; dolor quemante; hiperestesia; alteraciones del sudor; intolerancia al frío; rigidez articular sin contracturas fijas	Radiografías prácticamente normales; generalmente aumento de captación en la gammagrafia
Distrófica	3-6	Extremidad fría, cianótica, edematosa; hiperestesia cutánea; contracturas fijas	Osteoporosis moteada o parcheada, osteoporosis subcondral; hallazgos gammagráficos variables
Atrófica	6-12	Pérdida de vello, uñas y pliegues cutáneos; contracturas fijas; atrofia muscular	Osteoporosis difusa

**Tabla 8.** Curso clínico del síndrome de dolor regional complejo

### Tratamiento

El tratamiento una vez establecido el diagnóstico debe comenzar lo antes posible, especialmente cuando se afecta la mano, y requiere un abordaje multidisciplinar, combinando un programa de rehabilitación con tratamientos farmacológicos y psicoterapia. El programa de rehabilitación tiene como objetivos recuperar o mantener la movilidad, reducir el edema y desensibilizar la piel. Deben evitarse las movilizaciones forzadas de las articulaciones. Existen varias alternativas de tratamiento farmacológico: bloqueo regional simpático intravenoso (con guanetidina, reserpina o bretilium), bloqueos con anestésico local de ganglios simpáticos paravertebrales, infusión epidural de anestésicos,  $\alpha$ -bloqueantes (fenoxibenzamina, prazosina, clonidina),  $\beta$ -bloqueantes (propranolol), bloqueantes de los canales de calcio, bloqueantes de serotonina (ketanserina), bifosfonatos (pamidronato), neuromoduladores (gabapentina) y antiarrítmicos. Además, pueden emplearse AINE o corticoides administrados de forma oral, parenteral o regional. No existen estudios que demuestren claramente la superioridad de una de estas diferentes alternativas y con frecuencia es necesario combinar varias. En ocasiones se recurre a la realización de sim-

Habitualmente se asocia a fracturas cerradas de los huesos largos de miembros inferiores y a fracturas inestables de pelvis en pacientes jóvenes, aunque se ha descrito asociado a situaciones tan diversas como enclavado intramedular, artroplastia y una gran variedad de enfermedades (hemoglobinopatías, colagenopatías, diabetes mellitus, quemaduras, etc.). La fractura más frecuentemente asociada a síndrome de embolia grasa es la fractura de la diáfisis femoral. El riesgo de síndrome de embolia grasa es mayor en pacientes con múltiples fracturas diafisarias, especialmente de extremidades inferiores.

Se presenta más en hombres que en mujeres, debido a que la progesterona produce vasodilatación; rara vez ocurre en niños ya que la médula ósea de éstos tiene más cantidad de tejido hematopoyético que grasa y es poco frecuente en ancianos, ya su médula ósea tiene menos cantidad de ácido oleico.

### Clínica

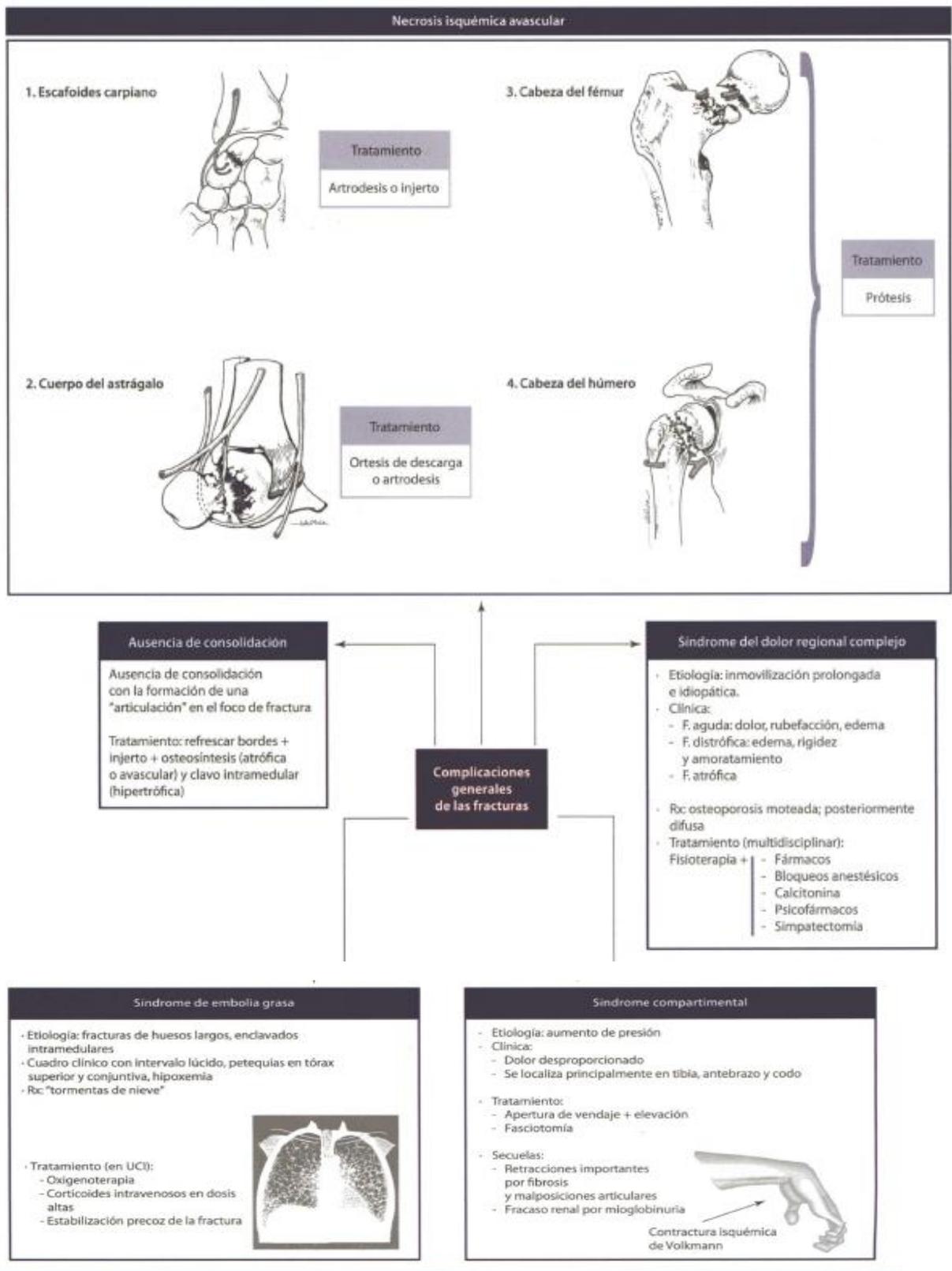
Se caracteriza por la aparición, en muchas ocasiones tras un "intervalo lúcido" de horas o días durante los que el paciente permanece estable, de forma brusca de: 1) insuficiencia respiratoria a raíz de un SDRA, 2) sintomatología neurológica cambiante (con predominio de afectación del nivel de consciencia), y 3) petequias en tórax, axila, raíz del cuello y conjuntiva. El parámetro analítico de mayor valor es la presencia de hipoxemia (generalmente  $PO_2 < 60$  mmHg), habitualmente acompañada de anemia y trombocitopenia.

### Diagnóstico

El diagnóstico se basa en los criterios establecidos por Gurd en 1974 (**Tabla 9**), que son un conjunto de signos y síntomas y se establecen de la siguiente manera:

Se requieren al menos un criterio mayor y cuatro menores para establecer el diagnóstico

La radiografía de tórax presenta característicamente una imagen en "tormenta de nieve" progresiva (**Figura 14**). Es usual que el cuadro clínico se instaure tras el traslado por carretera del paciente con sus fracturas sin estabilizar quirúrgicamente. Además de la radiografía uno se puede apoyar con otros estudios de gabinete como serían la TAC, RM.



**Figura 15.** Esquema de las complicaciones generales de las fracturas

Detecta inestabilidad del codo, se asocia con mayor frecuencia a lesiones nerviosas

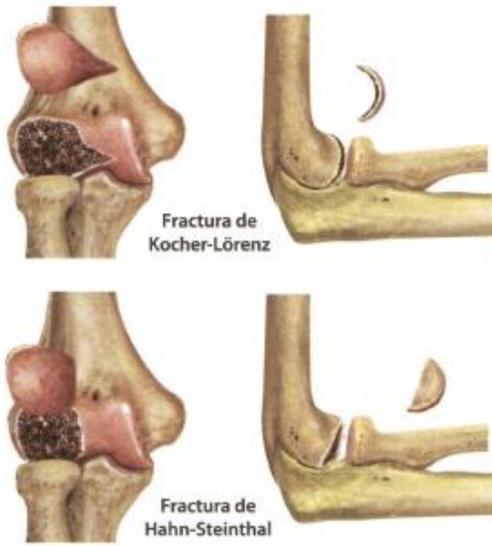


Figura 22. Fracturas del cóndilo humeral

Cabeza del radio



(a) Tratamiento de fractura de olécranon con agujas y cerclaje  
(b) Fractura-luxación de Monteggia

Figura 24. Fracturas alrededor del codo

cu

En  
1.

2.

3.



Figura 26. Fracturas del extremo distal del radio



La única fractura en la que se puede intentar el tratamiento conservador es en la de Colles, el resto son inestables y requieren tratamiento quirúrgico.



## Escafoides

Las principales características del escafoides carpiano son: vascularización precaria, sobre todo del polo proximal (está rodeado de cartilago en todo su contorno, excepto el cuello, por el que acceden vasos que nutren mal el tercio proximal); importante movilidad y escasa expresión radiológica de sus fracturas. El escafoides suele fracturarse en pacientes jóvenes que sufren una caída sobre el "talón" de la mano, forzando la extensión de la muñeca.

Clinicamente, se aprecia dolor en la tabaquera anatómica, ocasionalmente con tumefacción. Debido a la dificultad de diagnóstico, suelen realizarse cuatro radiografías de muñeca. Si se visualiza una fractura de escafoides, es necesaria la inmovilización con escayola, incluyendo el primer dedo durante dos o tres meses. Si no se visualiza una fractura, pero la clínica es suficientemente sugerente, debe inmovilizarse la muñeca y repetir la radiografía a las dos semanas, para confirmar o descartar la fractura (Figura 29).

En las fracturas desplazadas de escafoides carpiano (con un riesgo elevado de ausencia de consolidación o consolidación en mala posición) se recomienda el tratamiento mediante reducción y osteosíntesis, utilizando preferentemente tornillos que apliquen compresión y queden entrados en posición subcondral (como los tornillos de Herbert-Whipple).

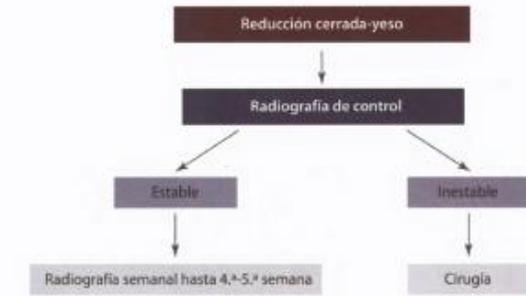


Figura 27. Actitud ante una fractura de Colles



(a) En determinadas localizaciones, la conminución ocasiona un defecto trabecular que puede requerir relleno con injerto o algún sustituto óseo. (b) En este caso, se ha empleado un cemento óseo remodelable. (c) En fracturas inestables puede ser necesario utilizar fijación externa, cuya principal complicación es la infección del trayecto de los tornillos

Figura 28. Fractura de radio distal

Las fracturas de alta energía del paciente joven y las fracturas de Smith, Barton y Hutchinson con frecuencia requieren reducción abierta y osteosíntesis. Las principales complicaciones de estas fracturas son la compresión del nervio mediano, la algodistrofia simpaticorrefleja, la

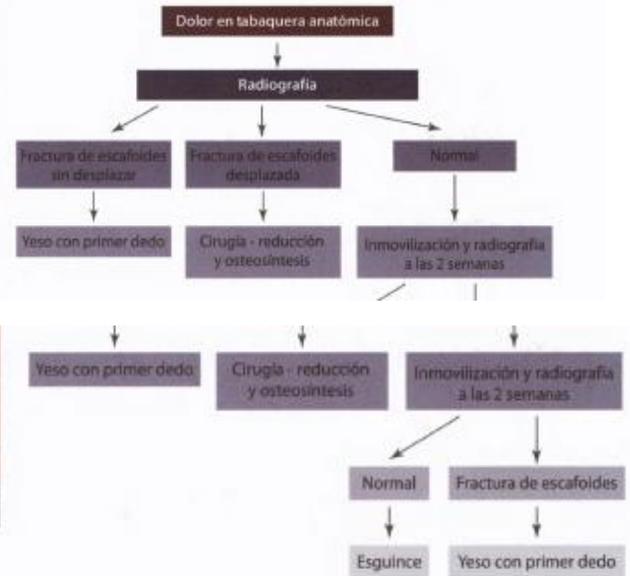


Figura 29. Actitud ante una fractura de escafoides

Las principales complicaciones de esta fractura son la ausencia de consolidación y la necrosis isquémica del polo proximal, el peor vascularizado (Figura 30 y 31). La ausencia de consolidación suele manifestarse como episodios de dolor en la muñeca con traumatismos relativamente banales; con el paso del tiempo, se establece un patrón de artrosis secundaria de la muñeca característico que se denomina SNAC (scaphoid non-union advanced collapse).



**Figura 30.** Lado izquierdo: Fractura de escaloides. Lado derecho: tornillo de Herbert-Whipple

El tratamiento de la ausencia de consolidación es quirúrgico y consiste en cuarentar el foco de pseudoartrosis, insertar un injerto y estabilizar el foco con agujas o tornillos, inmovilizando posteriormente la muñeca con yeso. Tradicionalmente se emplea autoinjerto procedente de cresta ilíaca, pero en la actualidad se están consiguiendo resultados excelentes con injertos vascularizados procedentes del radio distal. El tratamiento de la necrosis del polo proximal generalmente consiste en resear el polo necrosado, aunque en ocasiones puede intentarse su revascularización con injerto. Como en el caso de la cabeza del radio, las prótesis de sílica han proporcionado malos resultados a largo plazo. Cuando existen cambios degenerativos, pueden realizarse artrodesis parciales o totales de muñeca, pudiendo asociarse resección de la apófisis estiloides del radio (estiloidectomía) para descomprimir la articulación.

- La **fractura de Bennett** es una fractura oblicua intraarticular inestable en la que hay desplazamiento proximal de la diáfisis por la acción fundamentalmente del separador largo del pulgar. Al ser inestable, suele ser subsidiaria de reducción y osteosíntesis (**Figura 32**).



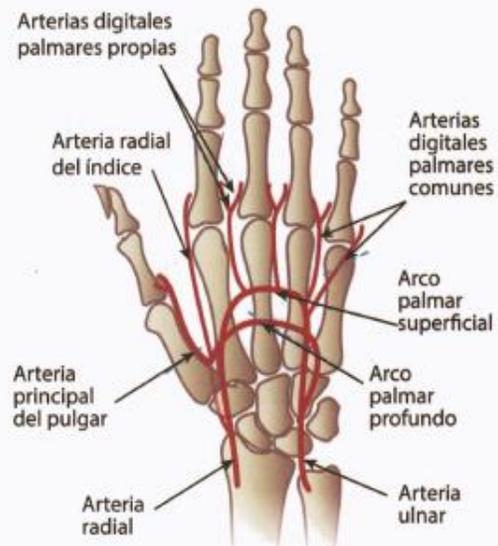
**Figura 32.** Fractura de Bennett

Manual CTO de Medicina y Cirugía, 3.ª edición



**Figura 33.** Fractura del boxeador

**Mano traumática**



**Figura 34.** Irrigación de la mano

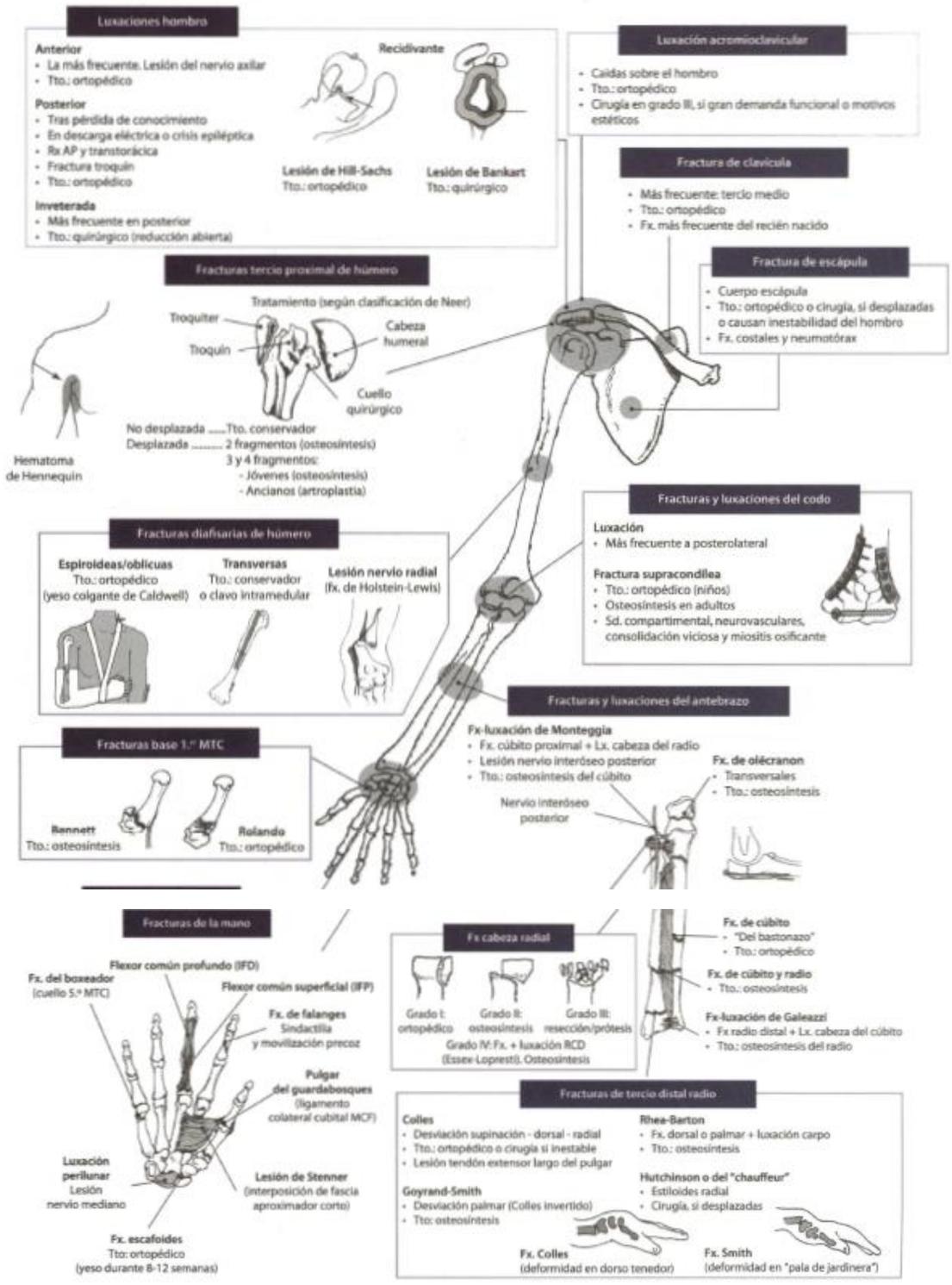


Figura 35. Esquema-resumen de las lesiones traumáticas del miembro superior

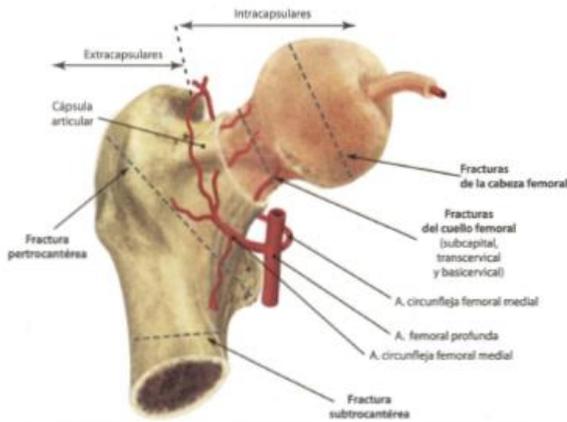


Figura 40. Tipos de fractura de cadera

últimos estudios afirman que en fracturas IIIB pueden utilizarse clavos no fresados para la osteosíntesis de urgencia, con iguales tasas de infección.



Figura 50. Clavo endomedular para fractura de tibia en un adulto

Las principales complicaciones de las fracturas de tibia son ausencia de consolidación, consolidación en mala posición (que puede ocasionar cambios degenerativos a largo plazo en rodilla y tobillo) y síndrome compartimental (actualmente, las fracturas de tibia son probablemente la causa más frecuente de síndrome compartimental). Las fracturas tra-

Cuando se produce una eversion del pie, se puede lesionar el maléolo interno o el ligamento lateral interno, combinándose a distancia con una fractura del peroné en la diáfisis (Dupuytren) o en la metáfisis proximal (Maisonneuve).



La mayoría de las fracturas de tobillo suelen deberse a un traumatismo indirecto con giro, y se clasifican en función de la altura del trazo en el peroné con respecto a la posición de la sindesmósis (Figura 51):

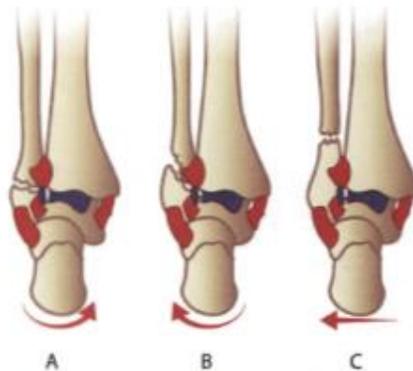


Figura 51. Clasificación de Danis - Weber

- **Fracturas infrasindesmales. (Weber A).** La mayor parte son avulsiones aisladas del peroné. Cuando hay lesión asociada en el complejo medial, suele tratarse de una fractura vertical de maléolo tibial.
- **Fracturas transindesmales. (Weber B).** La fractura está a nivel de la sindesmósis. Aproximadamente la mitad son aisladas, y la otra mitad se asocian a fractura de maléolo tibial o lesión del ligamento deltoideo. Las fracturas bimaléolares con frecuencia se presentan con el tobillo luxado lateralmente, aplicándose entonces el epónimo de fractura de Dupuytren (fractura-luxación de tobillo) (Figura 52).

consolidación. Se tratan mediante yeso en descarga durante unas ocho semanas, aunque cuando están muy desplazadas o afectan a deportistas de élite se recomienda la osteosíntesis con un tornillo intramedular (Figura 58).



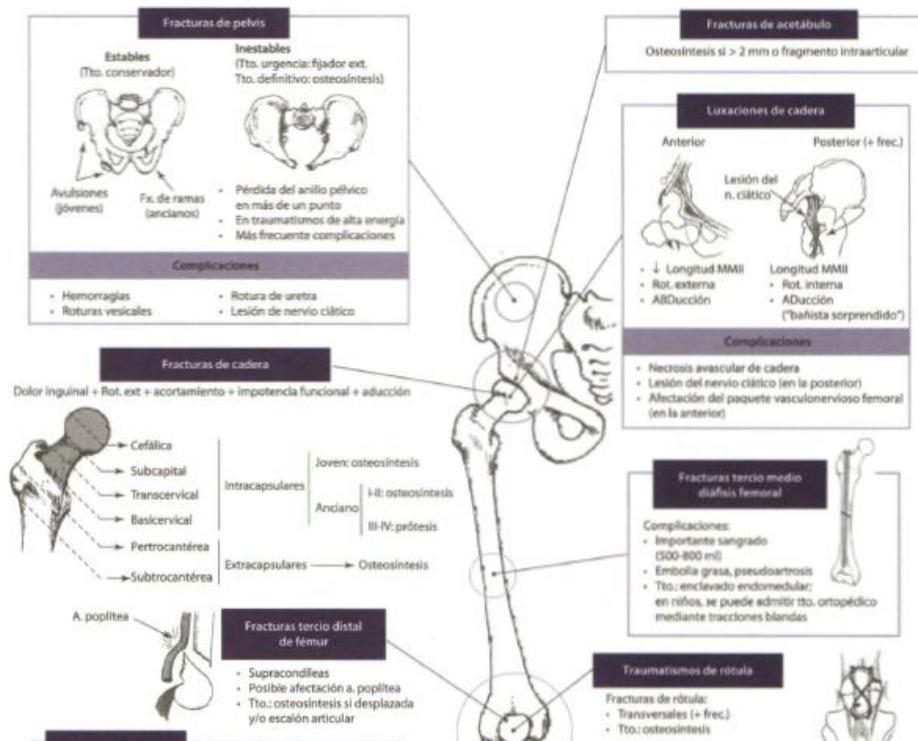
Figura 58 Fractura de Jones

**Fracturas por fatiga** (estrés) de la diáfisis proximal. Se producen en pacientes que realizan importante actividad física y tienen pies cavovaras. Pueden presentarse en fase aguda, en cuyo caso responden al tratamiento conservador con inmovilización, descarga y tratamiento ortopédico (plantillas), o en fase crónica (de ausencia de consolidación), en cuyo caso requieren osteosíntesis con tornillo intramedular, generalmente asociada a injerto.

La extremidad proximal del quinto metatarsiano puede sufrir tres tipos de fracturas: por avulsión de la apófisis estiloides, por inflexión en la unión metafisodiafisaria y por fatiga.



La Figura 59 resume las principales lesiones traumáticas del miembro inferior.



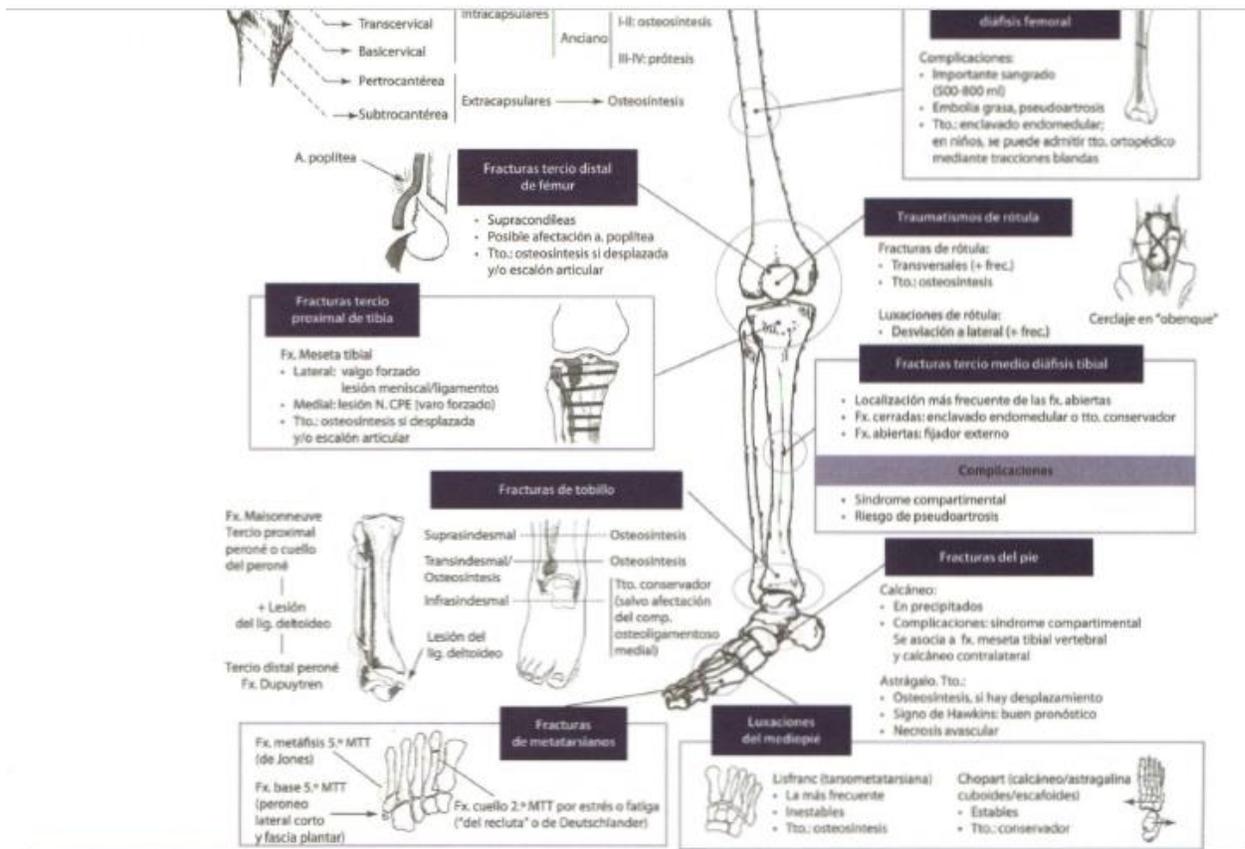


Figura 40. Esquema-resumen de las lesiones traumáticas del miembro inferior

## Ideas clave

- Los factores más importantes en la consolidación de una fractura son los biológicos, a través de una correcta vascularización y la estabilidad mecánica (hay que repasar, en la Tabla 1, los más importantes de forma específica).
- Las ausencias de consolidación o pseudoartrosis son quirúrgicas, mediante aporte de injerto seguido de fijación en las atroficas o estabilización mecánica exclusivamente en las hipertróficas.
- Las fracturas abiertas de grado II y III suelen ser indicación de fijación externa.
- También son indicación de fijación externa la presencia de infección o riesgo de la misma (contraindica la osteosíntesis) y las lesiones graves que tienen prioridad respecto a la fractura, como la lesión vascular y el shock en las fracturas de pelvis.
- Las localizaciones más frecuentes de necrosis avascular asociada a fracturas son la cabeza femoral, humeral, cuerpo del astrágalo y polo proximal de escafoides.
- El síndrome compartimental es un cuadro de isquemia capilar con dolor precoz y desproporcionado, sobre todo al estiramiento pasivo, y presencia de pulso; la fasciotomía es el tratamiento definitivo, pero primero deben retirarse yesos o vendajes apretados y elevar el miembro, sobre todo en las fracturas supracondíleas del niño y de tibia del adulto.
- La rehabilitación, la terapia recalcificante y, en los casos más graves, los bloqueos simpáticos, constituyen el arsenal terapéutico del síndrome doloroso regional complejo (SDRC) o Sudeck. Característicamente, aparece tras una inmovilización posesión y con un periodo ventana libre de síntomas, sobre todo en manos y pies; la clínica cursa con dolor desproporcionado y alteración trófica de la piel con edema, y en el hueso es específica la osteoporosis moteada.
- Un paciente politraumatizado, con fractura de fémur asociada que, al cabo de días, desarrolla cuadro pulmonar y neurológico es de alta sospecha para el síndrome de embolia grasa.
- Las fracturas desplazadas de húmero proximal se tratan quirúrgicamente, excepto en pacientes con deterioro previo. Este consiste en osteosíntesis para las fracturas simples de dos y tres fragmentos, sobre todo en <60-65 años, y prótesis para las de tres y cuatro fragmentos del paciente anciano.
- La lesión del nervio radial es la más frecuente asociada a fracturas y luxaciones, en este caso de húmero, y origina una mano caída.
- El dolor crónico a nivel de la muñeca, secundario a la resección de la cabeza radial en las fracturas conminutas de esta, se debe a migración proximal (fractura-luxación de Essex-Lopresti).
- Entre las fracturas más frecuentes del miembro superior, se encuentran la de radio distal con desviación dorsal o fractura de Colles y la de escafoides; ambas son de tratamiento conservador y secundarias a caídas sobre el talón de la mano, en mujeres posmenopáusicas y adultos jóvenes, respectivamente. De esta última, cuando hay dolor en tabaquera anatómica, no puede descartarse, aunque la radiografía inicial sea negativa, por lo que se ha de inmovilizar durante dos semanas y repetir la prueba de imagen.
- La fractura de cadera cursa con acortamiento y rotación externa, e impotencia funcional. La presencia de un hematoma en el muslo, poco después de la fractura, sugiere que la fractura es extracapsular (peritrocantérea o subtrocantérea).
- El tratamiento de las fracturas de cadera subcapitales depende de la edad, y del desplazamiento. En adultos jóvenes debe intentarse siempre una reducción y osteosíntesis con tornillos canulados de manera precoz. En el anciano, la prótesis de cadera es el tratamiento de elección.
- El clavo intramedular tiene su indicación en las fracturas diafisarias de huesos largos en los adultos, todas las de fémur, las de tibia desplazadas y las de húmero desplazadas y transversas, excepto en el niño, donde se prefieren los métodos ortopédicos mediante tracción y/o yeso.