

TEMA 2.- ESTUDIO DE LAS FRACTURAS

Una fractura es una solución de continuidad a nivel del hueso o de su superficie articular. Puede acompañarse de lesión de las estructuras vecinas (músculo, fascias, piel) siendo esto a veces más grave que la lesión del hueso, por ello a veces se llama “**enfermedad fracturaria**”. (Algunos lo definen como *lesión de partes blandas complicadas por rotura ósea*).

Epidemiología

La incidencia de las fracturas está influida en cierta medida por el sexo y la edad, de modo que:

- En mujeres mayores de 60 años la incidencia es mayor en tobillo y radio distal.
- En los hombres las fracturas son más frecuentes durante la juventud, normalmente a causa de traumatismos de alta energía.
- Las fracturas de fémur y humero proximal son poco frecuentes pero en la juventud, pero a partir de los 60 años su incidencia aumenta exponencialmente, siendo especialmente relevante en las mujeres debido a la osteoporosis.

Patogenia

Un **agente vulnerante**, dotado de una energía cinética determinada, provoca tensiones que superan la resistencia del hueso frente a ellas, ocasionando su rotura.

La **resistencia del hueso** es elevada (equivalente a una décima parte de la resistencia del acero), gracias a los cristales de hidroxiapatita que se superponen a las fibras de colágeno. Le confiere una resistencia muy elevada a la compresión pero no tanto a la tracción e incurvación laterales.

Con respecto a la **forma**, la estructura tubular hueca de los huesos largos distribuye mejor las fuerzas de flexión y torsión que si fuera una estructura cilíndrica sólida, multiplicando su resistencia x 5’3 veces.

Clasificación

Las fracturas pueden clasificarse atendiendo a:

- **Etiología:**
 - **Habituales:** Las fracturas habituales son aquellas que se producen en el hueso sano como resultado de un traumatismo directo o indirecto cuya fuerza vence la resistencia del hueso, pudiendo clasificarse en fracturas de alta y fracturas de baja energía y pueden producirse por mecanismos directos o indirectos (más abajo)
 - **Por estrés:** traumas repetidos de **baja energía**, que por sí solos no podrían causar fractura. Deben existir por tanto antecedentes; el paciente suele referir previas molestias. Son típicas de atletas en relación a cambios de calzado, de terreno... o en militares que realizan largas marchas. La mayoría asienta en los miembros inferiores y en la pelvis. El hueso afectado más a menudo es la tibia:
 - Tibia proximal: en militares.
 - Tercio medio: en ballet.
 - Maleolo externo: en corredores con pies pronados.



Durante un tiempo hay fractura de trabéculas y remodelación ósea. Se puede ver una zona hiperdensa en la radiografía. A veces la fractura de trabéculas supera la capacidad de regeneración. Sospechamos, por tanto, fractura por estrés si presenta antecedente doloroso e inexistencia de mecanismo violento que la produzca. Debemos hacer además de una **radiografía** (en la que la fractura puede pasar desapercibido) una **gammagrafía** ósea para ver el aumento de captación de la zona por el elevado metabolismo del hueso (en regeneración).

- Ejemplo: Fractura de Deutschlander = fractura del segundo metatarsiano por fuerzas repetidas de flexión. Más frecuente en corredores maratonianos, y en personas con el segundo metatarsiano más largo.

○ **Patológicas:** Una fractura patológica es aquella que se produce en el seno de una estructura debilitada del hueso, ya sea por traumas mínimos (que en condiciones normales no produciría una fractura) o espontáneamente.

- **Localizada:** Quiste, tumor, orificio en el hueso dejado por la retirada de un tornillo
- **Generalizada** (insuficiencia ósea): Todo el tejido óseo es débil, como en la osteoporosis o las displasias (metabolismo óseo anómalo que conduce a fragilidad)

• **Punto que soporta la violencia:**

○ **Directa:** Las fracturas directas son aquellas que se producen cuando el agente traumático actúa directamente sobre el punto de fractura, siendo con frecuencias fracturas abiertas y con grandes lesiones de las partes blandas. Las causas o mecanismos pueden ser variadas: **compresión, aplastamiento, agentes penetrantes...** Un caso particular son las armas de fuego, que pueden ser de baja o alta velocidad. Estos proyectiles pueden producir una fractura multifragmentaria (fracturas conminutas) o daños agravados por lo que se conoce como “proyectiles secundarios”, que son fragmentos óseos y del proyectil desprendido al chocar el uno con el otro. Además, existe apertura en la piel, con las complicaciones por infección que suponen.

○ **Indirecta:** Las fracturas indirectas son aquellas en las que la solución de continuidad del hueso se produce en un punto distante de aquel donde actúa la fuerza. Estas fracturas pueden producirse por diversos mecanismos:

- **Tracción:** típica en las apófisis de los huesos como el calcáneo, la tuberosidad de la tibia, el olecranon o la rotula
- **Compresión:** que ocurre principalmente en aéreas de hueso esponjoso débil, como las vertebras
- **Torsión:** como en el esquí (normalmente en huesos largos)
- **Flexión:** que se produce cuando un hueso recto es obligado a incurvarse o uno curvo a rectificar su curvatura
- **Cizallamiento:** que se produce cuando sobre un hueso actúan dos fuerzas en sentidos opuestos.



- **Relación con el estado de la piel:**

- **Cerradas:** en las que la fractura ocurre con integridad de las partes blandas y que se valoran mediante la **clasificación de Tscherny y Oestern:**

- **Grado 0:** mínima lesión de partes blandas por mecanismos indirectos, sin desplazamiento ni conminución.
- **Grado I:** que es una fractura acompañada de abrasiones superficiales o contusiones producidas por mecanismo indirecto y que tienen un desplazamiento moderado y patrón no complejo
- **Grado II:** que son fracturas con patrón complejo producidas por mecanismo directo y acompañadas de contusiones musculares significativas o abrasiones profundas (riesgo importante de síndrome compartimental)
- **Grado III:** que son fracturas producidas por mecanismo directo de alta energía, como aplastamientos, y que presentan grave lesión de los tejidos blandos y de la piel y en ocasiones lesión vascular y síndrome compartimental.

- **Abiertas:** en las que se pone en contacto el foco de fractura con el exterior y que se valoran por la **clasificación de Gustilo y Anderson.**

- **Tipo I:** que es una fractura abierta con una herida limpia menor de 1cm (sin evidencia de contaminación profunda)
- **Tipo II:** que es una fractura abierta con laceración mayor de 2cm y sin gran afectación de los tejidos blandos, colgajos o avulsiones
- **Tipo III:** que es una fractura abierta de más de 10cm, con gran afectación de los tejidos blandos o incluso amputación traumática.
 - **IIIA,** en la que a pesar de las grandes lesiones de partes blandas, se puede conseguir una reconstrucción y cobertura cutánea adecuada.
 - **IIIB,** en la que hay dificultad para conseguir coberturas adecuadas y el hueso está expuesto;
 - **IIIC,** que son fracturas abiertas asociadas a lesión vascular que precisan reparación para la conservación de la extremidad.

Clasificación de Tscherny y Oestern para las fracturas cerradas

Grado	Lesión de partes blandas	Mecanismo	Desplazamiento	Conminución
0	Ausente o mínima	Indirecto	Mínimo	No
I	Abrasiones 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

Clasificación de Gustilo y Anderson para las fracturas abiertas

Tipo	Tamaño herida	Grado contaminación	Daño partes blandas	Conminución ósea
I	<1 cm	Mínimo	Mínimo	Ausente
II	1-10 cm	Moderado	Moderado	Moderada
III	>10 cm	Intenso	Intenso	Intensa
IIIA			Es posible la cobertura ósea con partes blandas	
IIIB			Para cubrir el hueso se necesitan procesos de reconstrucción	
IIIC			Lesión vascular asociada	



Tipo I. Herida < 1 cm. Sin pruebas de contaminación profunda



Tipo II. Herida > 1 cm. Sin lesión extensa de partes blandas



Tipo IIIA. Herida grande. Buena cobertura de partes blandas



Tipo IIIB. Herida grande. Fragmentos óseos expuestos, afectación extensa del periostio



Tipo IIIC. Herida grande con afectación vascular

• **Edad del fracturado:**

- **Niños:** que tienen mayor elasticidad, periostio más grueso y cartílagos de crecimiento abiertos, por lo que es más común que se produzcan desplazamientos de la fisis, dando lugar a **epifisiolisis**.
- **Ancianos:** que pueden estar producidas por traumatismos de baja energía a causa de la pérdida de elasticidad ósea.

• **El trazo:**

- **Incompletas:** son aquellas en las que la solución de continuidad no afecta a todo el espesor del hueso, si no solo a una de las corticales, formándose un trazo fracturario sin separación de los bordes óseos. Estas fracturas pueden ser:

- **Fisuras**
- **Fracturas en tallo verde o inflexiones:** son fracturas por flexión que afectan a huesos flexibles y dúctiles.
- **Infracciones, fracturas torus o caña de bambú:** son habituales en niños, en zonas de unión entre metáfisis y diáfisis, y en las cuales el hueso cortical está insuflado, formando un engrosamiento anular o rodete subperióstico;
- **Aplastamientos:** en las que se rompen las trabéculas internas sin llegar a romperse las corticales.



○ **Completas:**

- **Completas simples:** que son aquellas en las que el trazo es único, generándose 2 fragmentos óseos sin desplazamiento;
- **Completas con desplazamiento:** en las que se pierde la alineación de los fragmentos generados por la fractura y según el número de fragmentos se dividen en simples (dos fragmentos), bifocales (tres fragmentos con el intermedio en forma de alas de mariposa) y conminutas (muchos fragmentos)

- **El tipo de desplazamiento:** Según como se hayan desplazado los fragmentos óseos, las fracturas pueden clasificarse en:
 - Acabalgamientos o desplazamientos longitudinales: cuando se ha producido aproximación de los fragmentos óseos.
 - Diástasis o alargamiento (ad axim): cuando se ha producido un alejamiento de los fragmentos óseos
 - Rotación o decalaje: cuando uno o ambos fragmentos giran sobre su eje longitudinal en dirección opuesta, quedando una orientación diferente
 - Desviación lateral: cuando los fragmentos se deslizan transversalmente, pudiendo guardar algo de contacto entre si
 - Impactación o telescopaje: cuando los extremos fracturados penetran uno dentro del otro
 - Angulación: cuando el desplazamiento lateral es menor que el diámetro del hueso y sus fragmentos permanecen unidos o engranados.
- **Estabilidad intrínseca de la fractura:** la estabilidad de la fractura es la tendencia que tiene a desplazarse una vez reducida de forma adecuada. De ello dependerá si se requiere un tratamiento quirúrgico o no.
 - Estables: los fragmentos no se mueven.
 - Inestables: tiene una serie de características
 - Los trazos, dado que si son transversales o de oblicuidad mayor de 45º son más inestables;
 - La presencia de conminuciones.
 - El grado de afectación de las partes blandas que aportan estabilidad.
- **Según la localización anatómica** (sólo para huesos largos):
 - Epifisarias (en extremos).
 - Metafisarias (en zona de embudo).
 - Diafisarias (1/3 proximal. medio ó distal).
- **Clasificación AO:** propuesta por la **asociación para el estudio de la osteosíntesis**, es una clasificación integrada de las fracturas de huesos largos y se encarga de establecer su gravedad, determinar la orientación terapéutica y el pronóstico, además de servir para la investigación. Es práctica, establece la gravedad de la fractura, define la orientación terapéutica y pronóstica y sirve para la investigación. Esta clasificación se complementa con la propuesta por Tscheme.

Nombra cada fractura asignando un elemento alfanumérico a cada una de sus características (hueso en el que se localiza, segmento óseo, tipo de fractura, etc.), de modo que cada lesión puede ser descrita por un código que, en su forma más completa, está constituida por 5 caracteres. Los huesos largos se enumeran de la siguiente forma:

 - **1** = humero;
 - **2** = cubito y radio;
 - **3** = fémur;
 - **4** = tibia y peroné.

Cada hueso largo tiene 3 **segmentos óseos**:

 - **1** = segmento proximal;
 - **2** = segmento medio o diafisario;

- **3** = segmento distal.

Tanto en el segmento proximal como en el distal pueden distinguirse **3 tipos de fractura**:

- **Tipo A**, que es una fractura extraarticular;
- **Tipo B**, que es una fractura articular parcial;
- **Tipo C**, que es una fractura articular completa.

En el fragmento diafisario o medio se distinguen también 3 tipos de fractura:

- **Tipo A**, que es una fractura simple;
- **Tipo B**, que es una fractura en cuna;
- **Tipo C**, que es una fractura compleja.

De todos modos existen una serie de excepciones en esta clasificación en el caso de fracturas a nivel de humero proximal, fémur proximal y segmento maleolar.

Síntomas

Los **síntomas de certeza** de una fractura son:

- Deformidad evidente
- Limitación de la movilidad o movilidad anormal
- Crepitación.

En ocasiones pueden aparecer los tres síntomas contemporáneamente, pero a menudo aparece solo uno de los tres, siendo suficiente para el diagnóstico. Aun así, existen fracturas que no dan lugar a ninguno de los síntomas de certeza, como las fracturas impactadas del cuello del fémur o las del escafoide carpiano.

Los **síntomas inciertos** de las fracturas son:

- Dolor (si no existe hay que sospechar de neuropatía o alcoholismo)
- Impotencia funcional, que es más importante cuanto más desplazados estén los fragmentos óseos
- Tumefacción.

Signos

- **Signos generales de la fractura**: afectación de la fractura sobre el estado general (shock hipovolémico, signos neurológicos)
- **Signos locales**: inspección (edema, hematoma, estado de la piel...), palpación (signo de crepitación: desplazamiento de un extremo óseo sobre otro), movilización (fractura conminuta: movimiento anormal en el foco). Hay que buscar: tumefacción, deformidad, movilidad anormal y crepitación.

Exploración física

- Inspección: alteraciones en la posición, impotencia funcional, deformidad, etc.
- Palpación: provocar dolor, crepitación, etc.
- Movilidad activa y pasiva
- Exploración neurológica

Exploración radiológica

Regla del 2 de Graham Appley:

- **2 proyecciones:** generalmente ortogonales (90°), es decir AP y lateral.
- **2 articulaciones incluidas:** para ver las consecuencias en los extremos del hueso): es decir la radiografía debe incluir la articulación proximal y distal al fragmento lesionado.
- **2 miembros:** si existen dudas de afectación bilateral; ejemplo: en rótulas
- **En 2 ocasiones:** en una 1ª radiografía podemos no verla pero posteriormente con la reabsorción de bordes sí se ve; también puede aumentar con la movilización posterior.

Pronóstico:

Factor	Favorable	Desfavorable
Edad	Joven	Anciano
Estado general	Bueno	Malo
Energía	Baja	Alta
Mecanismo	Indirecto	Directo
Desplazamiento y conminución	No o mínimo	Sí
Estabilidad	Sí	No
Lesión de partes blandas	Tscheme 0/I...	...

Consolidación. Mecanismos del organismo para la reparación

Es el proceso que tiene como resultado la **restauración de la continuidad** del hueso fracturado. La reparación ósea no es exactamente una cicatrización, ya que el resultado final es tejido óseo exactamente igual al original y con las mismas propiedades mecánicas. Para que esto se produzca es necesario que haya dos condiciones: estabilidad mecánica y vascularización apropiada.

-Fases: no duran lo mismo

1. **Inflamación:** ocupa el 10% de la duración del proceso (1mes). Sucede tras el traumatismo, produciéndose un **hematoma** que es la fuente de moléculas capaces de iniciar la cascada celular de la consolidación. **Las células inflamatorias** segregan citoquinas (IL-1 e IL-6) o moléculas marcadoras que se hallan involucradas en la quimiotaxis o la angiogénesis o provocan otras respuestas celulares.
2. **Consolidación:** 40% de la duración (4 meses) El tejido óseo progresivamente va formando un **punte** entre un fragmento y otro **con tejido óseo reticular** (poco organizado con fibras colágenas) que sirve de relleno, pero que carece de la resistencia del tejido óseo maduro.
3. **Remodelación:** 70% de la duración (7meses) Va cambiando el **hueso reticular por hueso traversiano** con todas las funciones mecánicas adecuadas. En esta fase pueden existir molestias debido al metabolismo de recambio.

Sigue la **Ley de Roux:** En el foco de fractura las fuerzas de tracción facilitan la formación de tejido fibroso, las tangenciales de tejido cartilaginoso y las de compresión de tejido óseo. Éstas últimas son las que buscamos.

Fracaso de consolidación

Es una fractura consolidada hay ausencia de movilidad en el foco y paso de trabéculas óseas en Rxs. El fracaso en la consolidación puede darse en cualquier localización. Existen dos **tipos** de fracaso de consolidación:

1. **Retardo de la consolidación:** prolongación del proceso, que no se lleva a cabo en los plazos habituales. Si ocurre esto pero aún así pensamos que será posible la consecución de la consolidación, prolongaremos nuestras medidas terapéuticas.
2. **Pseudoartrosis:** el proceso fracasa y aunque dejemos más tiempo, no se formará callo. Por tanto, tendremos que aplicar otras medidas terapéuticas. Existen 2 tipos:
 - **Hipertrófica:** el hueso posee capacidad de regeneración biológica, pero no está bien inmovilizado. Se producen trabéculas óseas pero éstas no pasan de un extremo o fragmento al otro; no se reabsorben los extremos.
 - **Atrófica:** No existe capacidad de regeneración biológica. Los extremos hipovasculares se irán afilando, atrofiando (no se forman trabéculas) hasta dar lugar a 2 picos óseos

Un retardo de la consolidación puede derivar en pseudoartrosis, por ello se establecen plazos: Si el fracaso de la consolidación supera un plazo de 6 meses, se considera pseudoartrosis.

-Tratamiento de los retrasos en la consolidación

- **Estímulos mecánicos:** la compresión axial cíclica favorece la consolidación. "Dinamización" del foco de fractura.
 - Iniciar aumentar la carga
 - Osteotomía hueso paralelo
 - Extracción tornillo bloqueo
- **Estímulos eléctricos:** se ha demostrado que pueden mejorar las fracturas pero no se emplean mucho.
 - Estimulación electromagnética
 - Ultrasonidos (US) de baja intensidad
 - ESW (Ondas de Shock Extracorpóreas)

-Factores de riesgo

- **Factores generales:** son coadyuvantes, nunca impiden por sí solos la osificación:
 - Edad
 - Estado hormonal
 - Hiponatremia
 - Tratamientos: antimicóticos, corticoides, anticoagulantes y antiepilépticos
- **Factores locales:**
 - Intensidad del traumatismo: puede mediar sobre una disminución de la vascularización.
 - Movilidad del foco (se refiere a macromovilidad, no a micromovilidad).
 - Vascularización: va siempre ligada a la buena osificación. Las fuentes de aporte vascular son 3: arteria centromedular o nutricia, arterias periósticas y arterias metafisarias.
 - Interposición de partes blandas.
 - Tipo de fractura
 - Distracciones: a mayor separación, más tiempo se necesita.

- Infección: retraso pero no suele desembocar en pseudoartrosis.
- Fracturas patológicas
- Lesiones neurológicas
- Iatrogenia: el más frecuente de todos.

-Huesos más afectados

- **Tibia (46%)**: en fracturas a nivel del tercio medio. En ocasiones se puede formar una pseudoarticulación con cápsula sinovial, recubrimiento fibroso, incluso líquido sinovial. Se produce por interrupción de la vascularización centromedular; si además colocamos una placa, suprimiremos también la perióstica (ahora hay placas hechas con unos arcos que no presionan dichos vasos). También puede ocurrir por mala actuación quirúrgica. Tratar una pseudoartrosis es más difícil que una simple fractura.
- **Fémur (16%)**: sobre todo a nivel del cuello, y en ancianos. Los vasos entran muy cerca del trocánter mayor. La articulación está cubierta por cartilago hialino, a través del cual no pueden entrar los vasos, que deben hacerlo más distalmente. Si la fractura se produce por debajo de este punto es difícil que se conserve una buena vascularización; los niños también tienen poca vascularización a este nivel.
- **Escafoides carpiano (6% pero está infravalorada)**. Ocurren en fracturas a nivel del tercio medio (por caída apoyando la mano), debido a que la vascularización es precaria, ya que los vasos entran más distalmente.

-Clasificación de Weber

- **Viables:**
 - Hipertrófica rica en callo: pata de elefante
 - Hipertrófica con poco callo: pezuña de caballo
 - Oligotrófica sin callo
- **No viables:**
 - I Distrófica
 - II Necrótica (por conminución)
 - III Por pérdida de sustancia
 - IV Atrófica

-Características de una pseudoartrosis hipertrófica

- **Viables**: biología buena y falta de estabilidad. Por lo tanto, el tto consiste en: estabilizar, corregir cualquier deformidad, estabilización mecánica (osteosíntesis) y osteosíntesis estable.
- **No viables**: biología ausente e inestabilidad. Por lo tanto el tto debe consistir en: estabilización mecánica, estimulación biológica. Y osteosíntesis + autoinjerto esponjoso

-Diagnóstico de pseudoartrosis

- **Historia**
- **Signos clínicos**: no progresión de la consolidación. Dolor. Movilidad del foco.
- **Rx seriadas**: Dx precoz del retardo. hinchazón, rubor, dolor Movilización del importe

-Tratamiento de las pseudoartrosis

Los principios del tratamiento son: estabilización, mejora de la biología y curación de la infección. Consiste en:

- **Desbridamiento:** de todos los tejidos muertos y retirada de todos los implantes
- **Estabilización:** momentáneamente con un fijador externo
- **Reconstrucción de tejido blando:** injerto cutáneo, colgajo muscular, colgajo vascularizado
- **Reconstrucción ósea:** con injertos óseos. Si la naturaleza no ha sido capaz de aportar injertos por sí misma, habrá que hacerlo con hueso del propio paciente (autólogo), proveniente por ejemplo de cresta ilíaca. Si el foco está hipertrófico, no serán necesarios. Están formados por hidroxapatita, fosfato tricálcico, factores de crecimiento, proteínas morfogénicas (BMP)...
- **Antibióterapia**
- **Osteogénesis por distracción del callo:** otra técnica no usada es la distracción del callo o transporte óseo. Características:
 - En grandes defectos segmentarios.
 - Histogénesis del hueso y tejidos blandos
 - Tiempo largo.
 - Rigideces articulares.
 - Incomodidad para el paciente
 - Crece a un ritmo de 1-1,5mm/día

Injertos óseos

Los injertos óseos pueden ser:

- **Injertos no vascularizados:** Los injertos no vascularizados a su vez pueden dividirse en **injertos esponjosos** e **injertos corticales**.
- **Injertos vascularizados.**

Los **injertos esponjosos** son los más utilizados al tener:

- **Osteogénico:** fuente de células óseas vivas
- **Osteoinductor:** reclutamiento de células mesenquimales locales
- **Osteoconductor:** andamio para su reemplazo por hueso largo.

Si se coge mal se puede producir una meralgia parestésica.

Los **injertos corticales** tienen una mayor resistencia que los de hueso esponjoso, pero su integración es mucho más lenta, dado que es necesario que los osteoclastos formen canales para que los vasos del receptor revascularicen el injerto.

Los **injertos vascularizados** son colgajos musculares periostiales y óseos con un pedículo vascular. También es posible realizar colgajos libres que se reintegran en la circulación mediante microsutura. Este tipo de injertos se emplean para la cobertura ósea y el relleno de grandes cavidades y presentan potencial osteoinductor, osteoconductor y estructural.