



ARTÍCULO DEL RESIDENTE

## Radiología de las fracturas: algo más que un trazo

A. Amador Gil\* y S. Rico Gala

Unidad de Gestión Clínica de Radiodiagnóstico, Hospital Universitario Nuestra Señora de Valme, Sevilla, España

Recibido el 11 de mayo de 2012; aceptado el 29 de octubre de 2012

Disponible en Internet el 14 de febrero de 2013

### PALABRAS CLAVE

Fractura;  
Radiografía simple;  
Traumatismo

### KEYWORDS

Fracture;  
Plain-film  
radiography;  
Trauma

**Resumen** El traumatismo esquelético representa un alto porcentaje de casos en la práctica clínica diaria, sobre todo en los servicios de urgencias. Lo importante en el informe radiológico es no mencionar únicamente la fractura. Es necesario estar familiarizado con los principios de los traumatismos óseos y emitir informes concisos que pongan de manifiesto la extensión completa de cada lesión. El objetivo de este artículo es describir algunos de los patrones de presentación de las fracturas en la radiografía simple de acuerdo a los desplazamientos óseos, tipos de fracturas asociadas, asociación de fracturas y luxaciones, lesiones de los tejidos blandos y los signos indirectos. Asimismo, se hace hincapié en la necesidad de realizar estudios con tomografía computarizada y resonancia magnética ante determinados hallazgos.

© 2012 SERAM. Publicado por Elsevier España, S.L. Todos los derechos reservados.

### Imaging fractures: More than just delineating fracture lines

**Abstract** Skeletal trauma accounts for a high percentage of cases in daily clinical practice, especially in emergency departments. It is important not to limit radiology reports to the fracture. Radiologists must be familiar with the principles of bone trauma and elaborate concise reports that describe the complete extent of each lesion. This article aims to describe some of the patterns with which fractures present on plain-film radiographs, taking into account bone displacement, types of associated fractures, associations of fractures with luxations, soft-tissue lesions, and indirect signs. Likewise, we emphasize the need to perform computed tomography or magnetic resonance imaging studies in certain cases.

© 2012 SERAM. Published by Elsevier España, S.L. All rights reserved.

## Introducción

Un alto porcentaje de los estudios en un servicio de radiología se deben a sospechas de fracturas óseas y, sin embargo,

solo en contadas ocasiones está el radiólogo involucrado en su diagnóstico y descripción. Para poder hacerlo, es fundamental conocer los principios fisiopatológicos de los traumatismos óseos y ligamentosos que son los que van a permitir hacer informes concisos que detallen la extensión completa de cada lesión.

Las fuerzas básicas que participan en la biomecánica de una fractura son la compresión (acorta el hueso), la

\* Autor para correspondencia.

Correo electrónico: [belchistim@hotmail.com](mailto:belchistim@hotmail.com) (A. Amador Gil).

tensión (lo alarga), la flexión (lo dobla en su centro) o la torsión (lo rota en torno a su eje mayor). Cuando un hueso largo es sometido a una flexión pura se produce una fractura transversal; si es una torsión, la consecuencia es una fractura espiral; y una carga compresiva hace que las superficies del hueso orientadas a 45° de la carga aplicada se deslicen a lo largo de una superficie oblicua. De esta manera, la configuración de una fractura representa la imagen visible de la fuerza que la ha hecho posible. La magnitud y dirección de dicha fuerza condicionan la localización de la línea de fractura y los desplazamientos óseos en cada lesión<sup>1</sup>.

Una fractura es un fallo del hueso como material y como estructura. Como material, el hueso es más débil a la tensión y más resistente a la compresión; por ello, la zona donde la fuerza condiciona tensión es aquella en la que suele producirse la fractura. Como estructura, la probabilidad de un fallo en el hueso está muy influenciada por su arquitectura. Por este motivo, una leve pérdida de las trabéculas secundarias en la osteoporosis produce una debilidad ósea considerable<sup>1</sup>.

La naturaleza de la lesión se ve además muy condicionada por la edad de los pacientes. Según la época de la vida, cambia la estructura anatómica más débil, donde tiene lugar la mayor parte de las lesiones. Las características de los huesos de los niños favorecen lesiones como la fractura en tallo verde y las epifisiolisis (en el niño la línea de crecimiento es el punto más débil). En el adulto joven son las estructuras ligamentosas y, en el anciano, el hueso desmineralizado<sup>2</sup>.

La mecánica del traumatismo y los síntomas del paciente ayudan a buscar la localización concreta de la fractura, pero no se debe valorar únicamente el trazo principal. En la descripción global de la lesión el informe debe describir también los desplazamientos óseos, las lesiones asociadas (óseas, articulares o de los tejidos blandos) y los signos indirectos sugestivos de una fractura no visible en el estudio inicial. Estos hallazgos podrán indicar proyecciones complementarias o exploraciones mediante tomografía computarizada (TC) o resonancia magnética (RM).

El objetivo de este artículo es describir algunos de los patrones de presentación de las fracturas en la radiografía simple valorando los desplazamientos óseos, las fracturas asociadas, las fracturas con luxaciones, las lesiones potenciales de tejidos blandos y los signos indirectos de fractura.

Asimismo, haremos hincapié en los hallazgos que aconsejan la TC y RM. Describiremos las lesiones que creemos de interés por su frecuencia, cuándo es necesaria la intervención quirúrgica, cuándo se necesitan estudios complementarios, o la importancia de sus complicaciones. Para este artículo hemos ordenado las lesiones de craneal a caudal y de proximal a distal.

## Hallazgos radiológicos de las fracturas

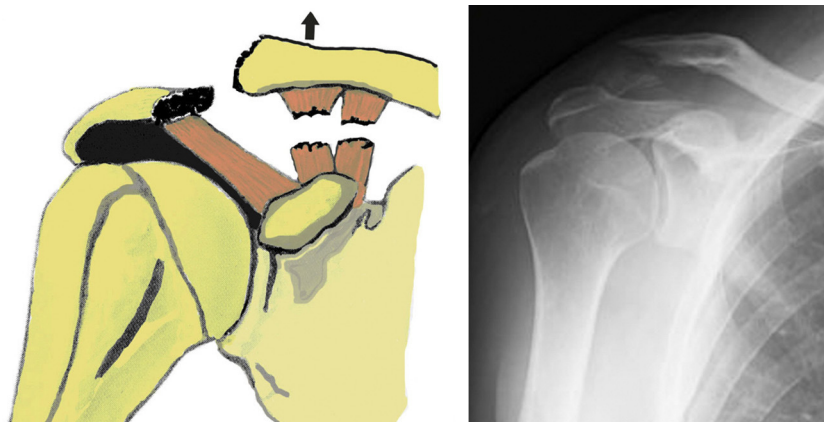
### Desplazamientos óseos

Uno de los factores con más peso en la forma final de una fractura es la tracción muscular o ligamentosa.

### Desplazamientos diafisarios

En las fracturas de clavícula, además de clasificarlas según su localización (tercio proximal, medio o distal), hay que tener en cuenta el tipo de desplazamiento en la lesiones del tercio externo. En estos casos, las fracturas se subdividen en tipo I (con ligamentos coracoclaviculares intactos), tipo II (ligamentos coracoclaviculares desinsertados) y tipo III (con extensión intraarticular). Una fractura clavicular distal con desplazamiento craneal del fragmento proximal implica una lesión tipo II en la que el fragmento distal queda insertado al ligamento trapezoide y el proximal se eleva por acción de los músculos esternocleidomastoideo y trapecio (fig. 1). El tratamiento quirúrgico es necesario. Las fracturas distales tipo II son responsables de la mitad de las pseudoartrosis de la clavícula, asocian fracturas costales con mucha frecuencia y su tiempo de consolidación es mayor que el de otras fracturas claviculares<sup>3</sup>.

En lesiones de la diáfisis humeral, la posición del fragmento proximal se relaciona con el nivel de la fractura. Si esta tiene lugar por encima de la inserción del pectoral mayor, la acción del manguito de los rotadores provocará la abducción y la rotación externa del segmento proximal. Sin embargo, si la fractura ocurre más caudalmente, entre la inserción del pectoral y del deltoides, el fragmento proximal se desplazará medialmente por la acción del primero. Por último, si el deltoides también permanece insertado en



**Figura 1** Fractura desplazada de clavícula del tercio distal, grado II, con desplazamiento superior del fragmento proximal.

el segmento proximal, producirá una abducción deformidad en varo del foco de fractura<sup>4</sup>.

En los traumatismos de los miembros inferiores, el desplazamiento óseo más llamativo es la flexión, abducción y rotación externa del segmento proximal en las fracturas subtrocantéreas de la diáfisis femoral. Este desplazamiento se debe a la influencia de los abductores, los flexores y los rotadores externos de la cadera. El desplazamiento del extremo distal será el opuesto, por la acción de los aductores del fémur<sup>5</sup>.

### Desplazamientos focales. Arrancamientos

Las lesiones agudas por arrancamiento son el resultado de una contracción muscular repentina e intensa, muchas veces involuntaria, o de un desplazamiento súbito de una extremidad en sentido contrario a la acción del músculo que se encuentra en tensión. Conocer las inserciones tendinosas es la clave para relacionar fragmentos óseos con arrancamientos específicos.

En la extremidad superior, las lesiones por arrancamiento más frecuentes ocurren en el troquíter y en la base de las falanges. Otras localizaciones menos comunes son el olécranon o la coracoides.

Las contracciones súbitas del manguito en las convulsiones muchas veces arrancan el troquíter, que se desplaza en sentido craneal y posterior, hacia la fosa del supraespinoso. En la luxación antero-inferior del hombro también puede arrancarse el troquíter por la gran tracción del desplazamiento humeral<sup>6</sup>.

El arrancamiento dorsal de la base de la falange distal en las manos da lugar, sobre todo en dedos largos, al «dedo en martillo». El aparato extensor no consigue alinear una falange que queda deformada en flexión<sup>7</sup>.

En los miembros inferiores, las localizaciones más frecuente son la tuberosidad isquiática de la pelvis, la inserción tibial de los ligamentos cruzados y la base del quinto metatarsiano.

En la pelvis, la tuberosidad isquiática puede ser arrancada por el grupo muscular de los isquiotibiales. Otras localizaciones pélvicas menos frecuentes son la espina iliaca anterosuperior por contracciones del músculo sartorio, la espina iliaca anteroinferior por el músculo recto femoral, el trocánter mayor por los abductores de la cadera o el trocánter menor por el músculo ilio-psoas<sup>8</sup>.

En la rodilla pueden tener lugar fracturas por arrancamiento en la inserción distal del ligamento cruzado anterior. Esta lesión es más habitual en los niños y no se suele asociar con otras lesiones. La disrupción aislada del ligamento cruzado posterior ocurre habitualmente como un arrancamiento de su inserción distal en forma de disrupción focal de la superficie articular posterior de la tibia, que se demuestra mejor en la proyección lateral de rodilla<sup>9</sup>.

En la base del quinto metatarsiano se producen arrancamientos en la inserción del tendón del peroneo corto, que condiciona una fractura de orientación transversal. Es fácil pasar por alto esta lesión en pacientes con antecedentes traumáticos que cursan con tumefacción de partes blandas en la cara externa del tobillo. Es esencial, por tanto, incluir la base del quinto metatarsiano en el estudio radiográfico de estos pacientes<sup>10</sup>.

### Fracturas asociadas

Según los mecanismos de lesión, puede haber patrones de fractura complejos en los que llegan a implicarse regiones anatómicas diferentes, muchas veces alejadas del punto de lesión inicial.

En la extremidad superior es llamativa la asociación entre fracturas de clavícula, escápula y costillas; y distalmente entre diferentes huesos de la muñeca.

Los traumatismos graves de la cintura escapular que cursan con fracturas de clavícula (fundamentalmente de su tercio medio) obligan siempre a inspeccionar cuidadosamente la escápula. Es importante excluir fracturas asociadas en el cuello de la escápula con el fin de no pasar por alto la complicada situación clínica que supone un hombro flotante. En este tipo de lesión combinada se pierde la estabilidad de la glenoides y con ella la fijación del hombro en el tórax<sup>11,12</sup>.

La fractura del escafoides carpiano se asocia a fracturas de la estiloides del radio, el piramidal o el hueso grande. Las lesiones de la estiloides radial se asocian con frecuencia a luxaciones del ligamento escafolunar, que hay que sospechar cuando el trazo de fractura apunta a dicho espacio articular.

En la extremidad inferior resulta de vital interés valorar todos los daños posibles asociados a una fractura de la pelvis que la hagan inestable. Lesiones asociadas a fracturas de fémur, peroné o calcáneo tampoco carecen de importancia clínica.

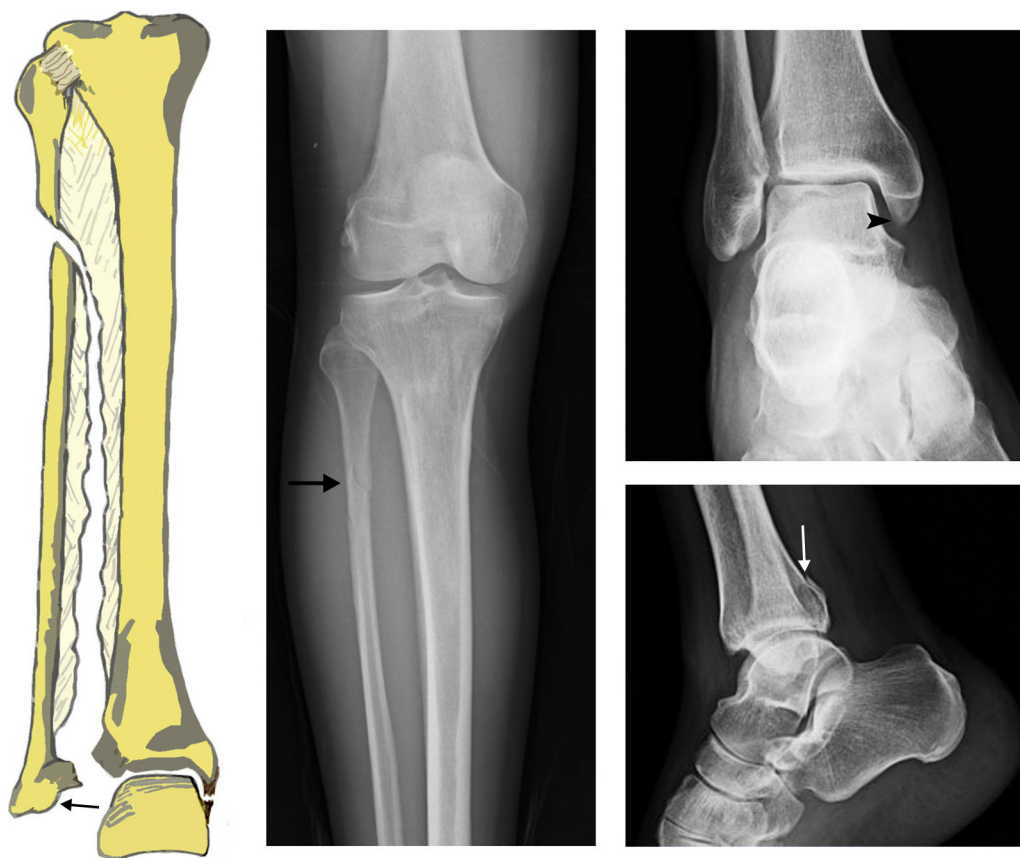
La pelvis ósea debe considerarse como un anillo casi rígido. Cuando se aprecia una fractura aparentemente única hay que buscar cuidadosamente una segunda lesión del anillo, ya sea otra fractura o una diástasis de la articulación sacroilíaca o de la sínfisis del pubis. En estos casos se comportan como fracturas inestables. No obstante, la discreta distensión que pueden sufrir estas articulaciones o la elasticidad del hueso hacen posible las fracturas solitarias del arco pélvico.

Por otro lado, siempre que se aprecie una fractura de pelvis inestable hay que descartar lesiones potenciales en la unión lumbosacra (dada su asociación a daños en el espacio L5-S1) y en las apófisis transversas de L5 (arrancada por tracción del ligamento iliolumbar en lesiones por cizallamiento de la pelvis)<sup>13</sup>.

Las fracturas de alta energía de la diáfisis del fémur pueden asociarse a fracturas verticales del cuello femoral ipsilateral<sup>14</sup>.

Más caudalmente, una fractura espiroidea por debajo de la cabeza del peroné debe hacer sospechar una lesión en la articulación del tobillo. Igualmente, cualquier lesión que condicione una ruptura del ligamento colateral interno del tobillo o una fractura del maléolo tibial y un desplazamiento externo del astrágalo, va a provocar una diástasis tibioperonea y, por tanto, puede dar lugar a una fractura del tercio proximal del peroné (fractura de Maisonneuve) (fig. 2). Por esta razón, cuando tenga lugar una lesión con desplazamiento lateral y rotación externa del tobillo el estudio radiológico debe incluir todo el peroné<sup>15</sup>.

Finalmente, las fracturas del calcáneo suelen ser consecuencia de una caída desde gran altura. El 10% de estas fracturas son bilaterales y, en un porcentaje similar, están asociadas a la compresión de algún cuerpo vertebral o a la fractura de algún elemento posterior en las vértebras dorsolumbares<sup>16</sup>.



**Figura 2** Lesión de Maisonneuve. Daño complejo que asocia una fractura del tercio superior del peroné con una ruptura de la membrana interósea y la sindesmosis tibioperonea distal (flecha negra en el dibujo). En este caso, el paciente presentó, además de una fractura en el tercio proximal de la diáfisis del peroné (flecha negra en la radiografía), una fractura del pilón posterior (flecha blanca) y una ruptura del ligamento deltoideo del tobillo (punta de flecha).

### Luxaciones asociadas a fracturas

En numerosas ocasiones la fuerza que provoca la fractura provoca también la luxación articular del hueso afectado o de un hueso próximo. Por ello siempre es importante examinar las articulaciones proximal y distal a la línea de fractura.

En la extremidad superior destaca la asociación entre la fractura de la cabeza del radio y la luxación radiocubital distal, aunque también son frecuentes las fracturas-luxaciones en el hombro y el antebrazo.

La luxación del hombro puede asociarse a fracturas del troquíter si la luxación es anterior o del troquín si es posterior<sup>6</sup>.

En fracturas graves de la cabeza del radio es muy probable que coexista una ruptura de la membrana interósea. Este fenómeno puede condicionar un ascenso proximal del radio (luxación radiocubital distal), dando lugar a lo que se denomina lesión de Essex-Lopresti. Para estudiarla hay que realizar radiografías de ambas muñecas que cuantifiquen el grado de desplazamiento radial (fig. 3) y alertar para que se explore la articulación afectada. Este acortamiento radial puede condicionar además la luxación dorsal del cúbito y la parálisis del nervio mediano<sup>15</sup>.

La fractura desplazada de la diáfisis cubital puede estar asociada a luxaciones de la cabeza del radio en la conocida lesión de Monteggia. Para estudiarla son

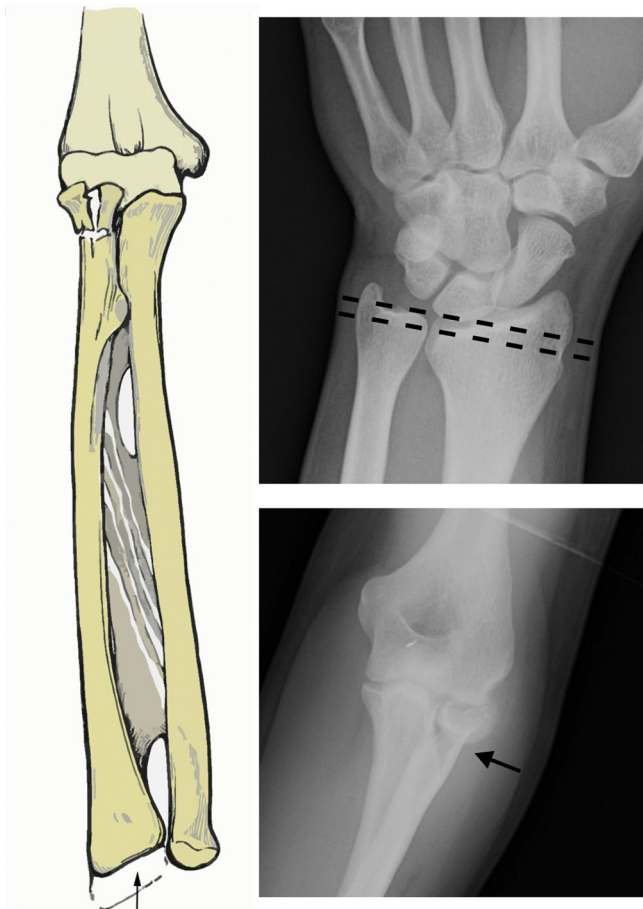
necesarias las radiografías anteroposterior y lateral pura del codo. Fracturas de la diáfisis distal del radio se asocian a luxaciones radiocubitales distales en la llamada lesión de Galeazzi (fig. 4)<sup>15</sup>.

En la extremidad inferior cabe destacar la asociación de fracturas y luxaciones en la articulación de Lisfranc. En fracturas del margen distal del cuboides, las cuñas o la base del segundo metatarsiano hay que excluir siempre luxaciones tarsometatarsianas asociadas. Una desalineación de 2 mm o más entre la cara interna del segundo metatarsiano y la segunda cuña puede suponer una grave inestabilidad de la articulación<sup>17</sup>.

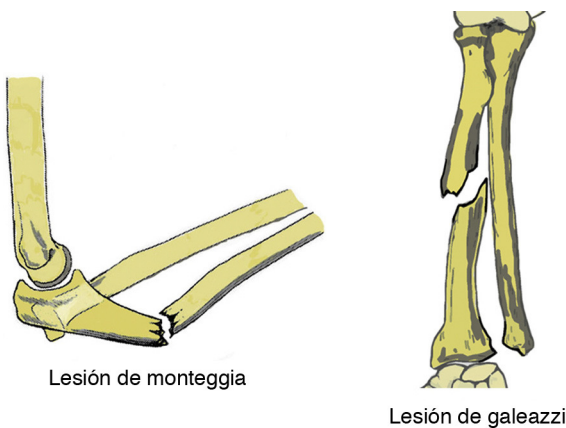
### Lesiones secundarias en tejidos blandos

Algunas fracturas, con mayor o menor expresión radiológica, llevan asociados daños en los tejidos blandos adyacentes. Están ampliamente descritas en traumatismos de la pelvis y, sobre todo, de rodilla. Sin embargo, las lesiones de la extremidad superior no carecen de importancia. Su diagnóstico requiere la mayoría de las veces de otras pruebas, normalmente la RM.

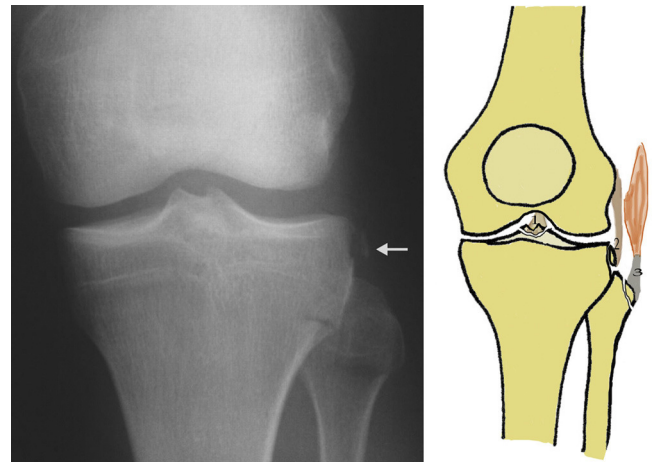
La fractura del húmero proximal con 4 fragmentos (fractura del cuello quirúrgico o anatómico con fractura de troquíter y troquín) puede lesionar la arteria circunfleja anterior, afectar la perfusión de la cabeza humeral, y producir una necrosis avascular<sup>4</sup>.



**Figura 3** Lesión de Essex-Lopresti. Asocia una fractura de la cabeza radial, normalmente conminuta (flecha), con un desplazamiento proximal del radio y una luxación radiocubital distal secundaria. Las líneas de puntos representan la altura de la articulación cubital (línea superior) y la radial (inferior) al nivel del carpo. Obsérvese el desplazamiento proximal del radio.



**Figura 4** Clásica lesión de Monteggia descrita como fractura del tercio proximal del cúbito asociada a una luxación de la cabeza radial. Lesión de Galeazzi en la que se fractura la diáfisis del radio, más frecuentemente en la unión del tercio medio con el distal, junto con una luxación radiocubital distal.



**Figura 5** Fractura de Segond. La radiografía muestra un fragmento óseo elíptico adyacente al platillo tibial lateral (flecha) que se debe a un arrancamiento en la inserción del ligamento colateral externo. Los arrancamientos más frecuentes observados en un estudio anteroposterior de rodilla son (dibujo): 1) espinas tibiales para el ligamento cruzado anterior; 2) el margen lateral de la meseta tibial para el ligamento colateral externo (fracturas de Segond); y 3) la cabeza del peroné para el tendón del bíceps femoral.

La fractura de la apófisis coronoides se asocia con frecuencia a rupturas del fascículo anterior del ligamento colateral interno del codo, con inestabilidad en varo y luxaciones recurrentes.

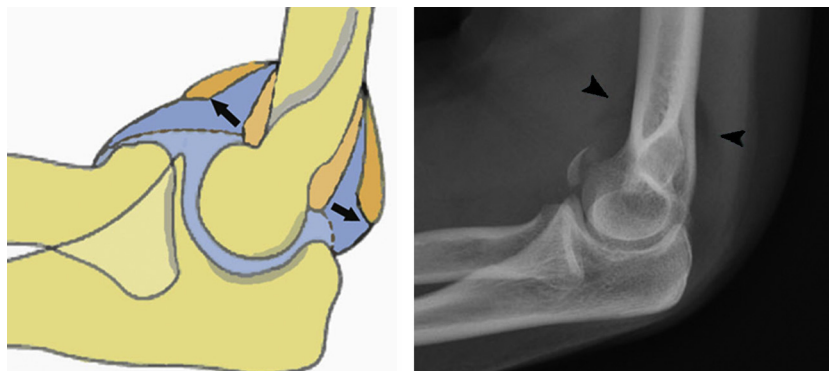
La fractura en la base de la apófisis estiloides del cúbito se asocia a rupturas del fibrocartilago triangular de la muñeca.

Entre las lesiones de tejidos blandos en los miembros inferiores también encontramos lesiones que favorecen la osteonecrosis como son las fracturas intracapsulares del cuello femoral, que pueden provocar la interrupción del anillo vascular que lo rodea. Si la profundidad del surco del cóndilo femoral externo en fracturas impactadas es mayor de 2 mm hay que pensar que la lesión ósea esté asociada a una rotura del ligamento cruzado anterior<sup>18</sup>.

En las fracturas de Segond, producidas por arrancamiento de la inserción tibial del ligamento capsular lateral de la rodilla, se observa un fragmento elíptico de hueso paralelo al margen lateral de la meseta tibial que se asocia de forma casi patognomónica con rupturas del ligamento cruzado anterior y de menisco (fig. 5). En la fractura de Segond opuesta, producida por arrancamiento en la zona de inserción tibial del ligamento colateral interno de la rodilla, se observa un fragmento elíptico de hueso paralelo al margen medial de la epífisis tibial y se ha descrito asociada a rupturas del ligamento cruzado posterior<sup>19</sup>. Por ello, ver estas fracturas obliga a hacer una RM para valorar los daños de los ligamentos cruzados y meniscos.

### Signos indirectos indicadores de fracturas

En las radiografías, además de valorar las líneas de fractura, se deben buscar signos indirectos que, de forma más o menos específica, indican alguna lesión subyacente.



**Figura 6** Signo del paquete graso del codo. La grasa intraarticular normalmente situada en la concavidad del olécranon o en la fosa coronoidea se desplaza cuando un derrame o hemorragia articular distiende la sinovial. En la radiografía simple lateral del codo se aprecian 2 imágenes radiolúcidas triangulares anterior y posterior al extremo distal del húmero (cabezas de flecha) debido a una fractura humeral.

#### Disposición de los planos grasos regionales

La alteración morfológica de los planos grasos o un aumento de densidad de partes blandas en la zona lesionada se convierten en ocasiones en el único signo apreciable de una fractura.

En la extremidad superior es bien conocido el signo del paquete graso del codo. La grasa intraarticular situada en la concavidad del olécranon o en la fosa coronoidea se desplaza cuando un derrame articular expande la cavidad sinovial. Por tanto, el desplazamiento de las almohadillas grasas anteriores y posteriores a la metafisis distal del húmero en el estudio radiológico simple se asocia, clásicamente, a fracturas ocultas del radio en el adulto y supracondíleas en el niño y el adolescente (fig. 6)<sup>20,21</sup>

El desplazamiento de la almohadilla grasa sobre el músculo pronador cuadrado en el estudio lateral de muñeca puede estar condicionado por una fractura de la epífisis distal del radio<sup>22</sup>. Sin embargo, los desplazamientos de la línea grasa navicular o el engrosamiento de partes blandas de la tabaquera se consideran como un débil indicador de las fracturas del escafoides<sup>23</sup>.

El aumento de la densidad de la eminencia tenar es frecuente en fracturas del primer metacarpiano y el aumento

de la densidad de la eminencia hipotenar en fracturas del quinto<sup>24</sup>.

En los miembros inferiores, una fractura acetabular es en ocasiones solo apreciable como un desplazamiento o asimetría del plano adiposo que cubre el músculo obturador interno<sup>25</sup>.

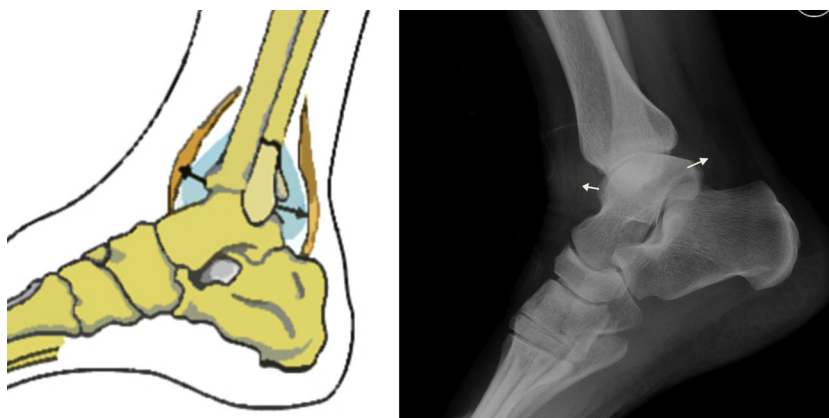
Por último, desplazamientos del paquete graso anterior y posterior del margen articular tibioperoneoastragalino pueden considerarse como un factor predictivo de fracturas ocultas. Se observa en la radiografía lateral de tobillo como una opacidad en forma de lágrima que desplaza el paquete graso anterior y posterior del margen articular (fig. 7)<sup>26</sup>.

#### Niveles grasa-líquido intraarticulares

Un nivel grasa-líquido en una articulación indica que hay médula ósea en el espacio sinovial, normalmente evidente cuando existe una fractura con implicación articular, aunque esta no sea radiológicamente visible (fig. 8). Ante este hallazgo, la articulación tiene que estudiarse mediante TC.

#### Variaciones lineales en la disposición ósea habitual

Incluso cuando las líneas de fractura son imperceptibles, los traumatismos óseos pueden alterar la forma



**Figura 7** El derrame articular provocado por una fractura del maléolo peroneal (poco expresivo en el estudio radiológico) condiciona una distensión capsular y, por tanto, una opacidad de densidad de partes blandas en forma de lágrima que desplaza anteriormente al plano graso pretalar y dorsalmente al plano graso yuxtaarticular posterior (flechas).

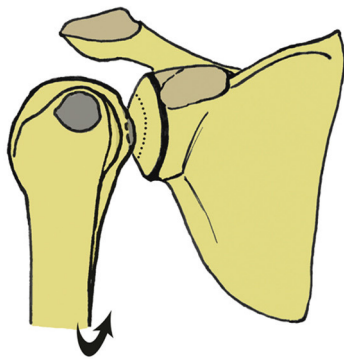


**Figura 8** Nivel grasa-líquido (punta de flecha) en la radiografía lateral de rodilla por una lipohemartrosis secundaria a fractura de tibia con extensión articular.

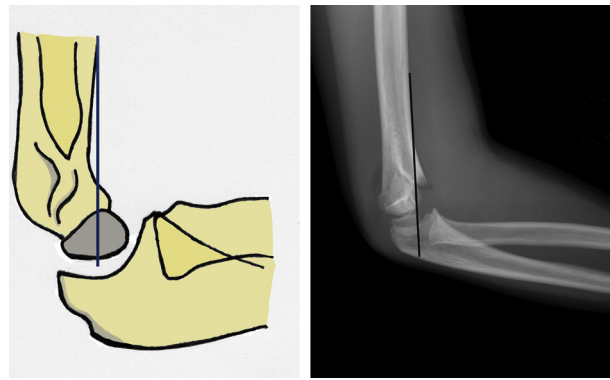
normal del hueso, condicionando una disrupción o un desplazamiento en la radiografía de las líneas corticales normales.

En el estudio de las fracturas de la extremidad superior es habitual la descripción de estas líneas en el húmero y en el radio.

En la luxación glenohumeral posterior la región anterior de la cabeza humeral impacta sobre el reborde glenoideo. Como consecuencia de ello, en la radiografía el húmero está en rotación interna y se observa una doble línea en la cabeza



**Figura 9** En las luxaciones posteriores de hombro se aprecia un aumento aparente del espacio entre el anillo de la fosa glenoidea y el aspecto medial de la cabeza humeral, lo que elimina el solapamiento entre ellas. Tiene lugar una rotación interna del húmero y, si existe además una fractura-compresión, aparece una segunda línea relacionada con la fractura impactada.



**Figura 10** Fractura supracondílea. La línea humeral anterior no atraviesa el cóndilo humeral en su tercio medio (esquema) sino que se coloca en su tercio anterior o por delante de esta estructura.

humeral. Una representa la corteza humeral más medial y, la otra, el margen de la fractura por impacto (fig. 9)<sup>27</sup>.

Ya en el codo, las fracturas supracondíleas desplazan la línea humeral anterior (definida por la cortical anterior de la diáfisis humeral) que se proyectará sobre el tercio anterior del cóndilo o por delante de él (fig. 10)<sup>28</sup>. Y en las fracturas impactadas del cuello radial desaparece la curva cóncava que forma la corteza anterior del radio al elevarse en la zona de la cabeza, formándose así un escalón brusco entre el cuello y la epífisis<sup>29</sup>.

Las fracturas del radio distal son uno de los daños ortopédicos más frecuentes en la práctica clínica. Una de las medidas radiológicas usadas para evaluarlas es la inclinación volar, que no es más que el ángulo formado por la superficie articular distal del radio y una línea perpendicular al eje largo del hueso, en una proyección lateral. El valor medio de este ángulo es de 15° y en ocasiones es el único hallazgo que se modifica en las fracturas de la epífisis distal del radio, dando lugar a inclinaciones volares o dorsales de su superficie articular<sup>30</sup>.

En la cintura pelviana hay que mencionar las líneas arcuadas del sacro y las líneas relacionadas con el acetábulo.



Las fracturas verticales del sacro pueden manifestarse por una discontinuidad o asimetría entre las líneas arcuatas, que están formadas por el borde inferior de los canales para las raíces sacras anteriores, normalmente simétricos<sup>31</sup>.

En las fracturas acetabulares resulta útil estudiar la integridad de las líneas iliopubiana e ilioisquiática. La disrupción de la primera se relaciona con fracturas en la mitad anterior del acetábulo y si es la línea ilioisquiática la que está obliterada está afectada la parte posterior. Cuando son ambas, lo habitual es encontrar una fractura transversa en la que ambas columnas están implicadas<sup>32,33</sup>.

#### Otros signos

En ocasiones, ninguno de los signos anteriores son visibles. En estos casos se pueden buscar otros más sutiles como la alteración de las líneas trabeculares, la longitud del hueso o discretas áreas lineales de alta densidad. Una de las fracturas en las que suele ser necesario valorar estas anomalías son las lesiones intracapsulares e impactadas en valgo del cuello femoral en pacientes osteoporóticos<sup>2</sup>. En estos casos, el trazo de fractura queda representado por una línea subcapital de esclerosis.

### Indicaciones de tomografía computarizada y resonancia magnética

La aplicación de la tomografía computarizada multidetector (TCMD) y la RM ha mejorado el manejo del paciente traumático. Ambas técnicas permiten describir los daños de origen traumático en pacientes con estudios radiológicos simples negativos y una alta sospecha clínica de fracturas. En otras ocasiones, aun con radiografías anormales, es necesario valorar mejor el daño óseo y de las estructuras de partes blandas implicadas.

#### Tomografía computarizada multidetector

La principal ventaja de la TCMD es su capacidad para obtener reconstrucciones multiplanares de muy alta calidad, con algoritmo de hueso y cortes muy finos. Permite diagnosticar fracturas ocultas con disrupciones corticales mínimas, aportar detalles en deformidades por mala alineación, realizar planificaciones quirúrgicas, cuantificar la separación de los fragmentos óseos y valorar la integridad de las articulaciones así como detectar fragmentos osteocondrales<sup>34,35</sup>.

En las luxaciones de hombro, la TCMD permite determinar el tamaño y la localización de los defectos en el reborde glenoideo así como el grado de desplazamiento óseo en fracturas del trocín o del troquíter<sup>36</sup>. En fracturas del húmero es necesaria para estudiar fracturas complejas del cuello quirúrgico, y, en fracturas y luxaciones del codo, sobre todo en las que se sospeche daño en el cóndilo humeral o la cabeza radial. Es útil en las fracturas de los huesos del carpo, especialmente del escafoides, para evitar las complicaciones derivadas del retraso diagnóstico (unión retrasada, no unión o necrosis avascular)<sup>37</sup>. En fracturas del anillo pélvico por traumatismos graves, la TCMD demuestra y localiza los fragmentos óseos, las fracturas marginales acetabulares impactadas y las fracturas sacras. Es importante valorar la pelvis de forma global en traumas graves incluyendo reconstrucciones 3D sagitales que muestren el estado de ambas

columnas y del acetábulo<sup>32</sup>. En fracturas de la meseta tibial es útil sobre todo en aquellas con depresión articular, ya que suele infravalorarse en la radiografía convencional<sup>38</sup>. Para estudios de tobillo con afectación del pilón tibial, su condición de superficie articular hace importante el estudio con TCMD. En fracturas de los huesos del tarso, especialmente del calcáneo, permite valorar la extensión intraarticular (el pronóstico queda determinado por el grado de desplazamiento subtalar) y la pérdida de masa ósea<sup>39</sup>. Cuando se sospecha una fractura-dislocación de Lisfranc, que puede pasar desapercibida hasta en un 24% de los casos<sup>17,35</sup>, la TCMD es importante.

#### Resonancia magnética

Aunque la TCMD tiene una alta sensibilidad, la RM pone de manifiesto anomalías medulares precozmente y detecta con más precisión daños en estructuras ligamentosas y tendinosas. Generalmente, suele estar indicada para estudiar fracturas ocultas no desplazadas<sup>40</sup>, sobre todo en lesiones del escafoides, en las que, aparte de realizar un diagnóstico precoz, la RM evalúa la viabilidad de los extremos óseos si la fractura no ha consolidado<sup>41</sup>. También deben valorarse mediante esta técnica las fracturas poco desplazadas de la tuberosidad mayor del húmero.

En el miembro inferior, otras fracturas ocultas en las que también es útil son las del cuello del fémur, sobre todo en pacientes con osteopenia marcada, en los que es difícil percibir cambios en la alineación trabecular<sup>2</sup>; las fracturas de rodilla, más frecuentes en el cóndilo lateral del fémur y el cuadrante posterolateral de la meseta tibial, habitualmente asociadas a rupturas del ligamento cruzado anterior; y las fracturas del tobillo, en las que lesiones ligamentosas añadidas pueden condicionar una inestabilidad crónica.

La RM también está indicada para estudiar fracturas sin un claro antecedente de traumatismo agudo, como las fracturas de estrés o las fracturas patológicas.

#### Conclusión

El radiólogo tiene la responsabilidad de conocer las diferentes formas de presentación de un proceso traumático. No solo es importante valorar la situación de la línea de fractura o el número de fragmentos. Hay que evitar la demora en el diagnóstico valorando adecuadamente los signos indirectos y no pasar por alto otras lesiones asociadas, tanto óseas como en partes blandas. La TCMD y la RM tienen actualmente unas indicaciones bien definidas.

#### Responsabilidades éticas

**Protección de personas y animales.** Los autores declaran que para esta investigación no se han realizado experimentos en seres humanos ni en animales.

**Confidencialidad de los datos.** Los autores declaran que en este artículo no aparecen datos de pacientes.

**Derecho a la privacidad y consentimiento informado.** Los autores declaran que en este artículo no aparecen datos de pacientes.



## Autorías

1. Responsable de la integridad del artículo: SRG
2. Concepción del estudio: SRG, AAG
3. Diseño del estudio: SRG, AAG
4. Obtención de los datos: SRG
5. Análisis e interpretación de los datos: SRG, AAG
6. Tratamiento estadístico: N/A
7. Búsqueda bibliográfica: SRG
8. Redacción del trabajo: SRG, AAG
9. Revisión crítica del manuscrito y aportaciones intelectualmente relevantes: SRG, AAG
10. Aprobación de la versión final: SRG, AAG

## Conflicto de intereses

Los autores declaran no tener ningún conflicto de intereses.

## Agradecimientos

Agradecemos a los doctores Rolando Gómez Cobo y José Gómez de los Infantes Troncoso la ayuda gráfica y bibliográfica aportada, y a la grafista Silvia Torres Moreno la aportación de algunos de los elementos gráficos necesarios para la comprensión de los mecanismos de las distintas fracturas.

## Bibliografía

1. Tencer AF. Biomecánica de las fracturas y su fijación. En: Bucholz RW, Heckman JD, editores. *Fracturas en el adulto*. 5.ª ed. Madrid: Marbán; 2003. p. 3–36.
2. Anil G, Guglielmi G, Peh WC. Radiology of osteoporosis. *Radiol Clin North Am*. 2010;48:497–518.
3. Esenyel CZ, Ceylan HH, Ayanoglu S, Kebudi A, Adanir O, Bülbül M. Treatment of neer type 2 fractures of the distal clavicle with coracoclavicular screw. *Acta Orthop Traumatol Turc*. 2011;45:291–6.
4. Flatow EL. Fracturas del húmero proximal. En: Bucholz RW, Heckman JD, editores. *Fracturas en el adulto*. 5.ª ed. Madrid: Marbán; 2003. p. 997–1040.
5. Delong WG. Fracturas subtrocantéreas. En: Bucholz RW, Heckman JD, editores. *Fracturas en el adulto*. 5.ª ed. Madrid: Marbán; 2003. p. P1665–81.
6. Pavlov H, Freiburger RH. Fractures and dislocations about the shoulder. *Semin Roentgenol*. 1978;13:85–96.
7. Dean B, Little C. Fractures of the metacarpals and phalanges. *J Orthop Trauma*. 2011;25:43–56.
8. Stevens MA, El-Khoury GY, Kathol MH, Brandser EA, Chow S. Imaging features of avulsion injuries. *Radiographics*. 1999;19:655–72.
9. Gottsegen CJ, Eyer BA, White EA, Leach TJ, Forrester D. Avulsion fractures of the knee: imaging findings and clinical significance. *Radiographics*. 2008;28:1755–70.
10. Edeiken J, Cotler JM. Ankle trauma. *Semin Roentgenol*. 1978;13:145–55.
11. Harris RD, Harris Jr JH. The prevalence and significance of missed scapular fractures in blunt chest trauma. *AJR Am J Roentgenol*. 1988;151:747–50.
12. Lazarus MD. Fracturas de la clavícula. En: Bucholz RW, Heckman JD, editores. *Fracturas en el adulto*. 5.ª ed. Madrid: Marbán; 2003. p. 1041–78.
13. Leone A, Cerase A, Priolo F, Marano P. Lumbosacral junction injury associated with unstable pelvic fracture: classification and diagnosis. *Radiology*. 1997;205:253–9.
14. Linnau KF, Schildhauer TA, Henley MB. An occult ipsilateral vertical fracture of the femoral neck associated with high-energy mid shaft femur fracture. *AJR Am J Roentgenol*. 2002;178:428.
15. Hunter TB, Peltier LF, Lund PJ. Radiologic history exhibit. Musculoskeletal eponyms: who are those guys? *Radiographics*. 2000;20:819–36.
16. Rogers LF, Campbell RE. Fractures and dislocations of the foot. *Semin Roentgenol*. 1978;13:157–66.
17. Hatem SF. Imaging of lisfranc injury and midfoot sprain. *Radiol Clin North Am*. 2008;46:1045–60.
18. Rabat C, Delgado G, Bosch E. Signos de rotura del ligamento cruzado anterior en la radiología simple. *Rev Chil Radiol*. 2008;14:11–3.
19. Escobedo EM, Mills WJ, Hunter JC. The «reverse Segond» fracture: association with a tear of the posterior cruciate ligament and medial meniscus. *AJR Am J Roentgenol*. 2002;178:979–83.
20. Major NM, Crawford ST. Elbow effusions in trauma in adults and children: is there an occult fracture? *AJR Am J Roentgenol*. 2002;178:413–8.
21. Goswami GK. The fat pad sign. *Radiology*. 2002;222:419–20.
22. Moosikasuwan JB. The pronator quadratus sign. *Radiology*. 2007;244:927–8.
23. Banerjee B, Nashi M. Abnormal scaphoid fat pad: is it a reliable sign of fracture scaphoid. *Injury*. 1999;30:191–4.
24. Curtis DJ, Downey Jr EF, Brower AC, Cruess DF, Herrington WT, Ghaed N. Importance of soft-tissue evaluation in hand and wrist trauma: statistical evaluation. *AJR Am J Roentgenol*. 1984;142:781–8.
25. Thaggard 3rd A, Harle TS, Carlson V. Fractures and dislocations of bony pelvis and hip. *Semin Roentgenol*. 1978;13:117–34.
26. Clark TW, Janzen DL, Ho K, Grunfeld A, Connell DG. Detection of radiographically occult ankle fractures following acute trauma: positive predictive value of an ankle effusion. *AJR Am J Roentgenol*. 1995;164:1185–9.
27. Cisternino SJ, Rogers LF, Stuffelbam BC, Kruglik GD. The trough line: a radiographic sign of posterior shoulder dislocation. *AJR Am J Roentgenol*. 1978;130:951–4.
28. Swischuk LE. Skeletal system and soft tissues. En: Swischuk LE, editor. *Imaging of the newborn, infant, and young child*. 4th ed. Baltimore: Williams and Wilkins; 1997. p. 678–892.
29. Rogers LF. Fractures and dislocations of the elbow. *Semin Roentgenol*. 1978;13:97–107.
30. Gilbert TJ, Cohen M. Imaging of acute injuries to the wrist and hand. *Radiol Clin North Am*. 1997;35:701–25.
31. Jackson H, Kam J, Harris Jr JH, Harle TS. The sacral arcuate lines in upper sacral fractures. *Radiology*. 1982;145:35–9.
32. Durkee NJ, Jacobson J, Jamadar D, Karunakar MA, Morag Y, Hayes C. Classification of common acetabular fractures: radiographic and CT appearances. *AJR Am J Roentgenol*. 2006;187:915–25.
33. Hunter JC, Brandser EA, Tran KA. Pelvic and acetabular trauma. *Radiol Clin North Am*. 1997;35:559–90.
34. Buckwalter KA, Farber JM. Application of multidetector CT in skeletal trauma. *Semin Musculoskelet Radiol*. 2004;8:147–56.
35. Ruiz Santiago F, González Siebert V, Guzmán Álvarez L, Castellano García MM. Applications of multidetector computed tomography in limb trauma. *Radiología*. 2011;53:70–7.
36. Haapamaki VV, Kiuru MJ, Koskinen SK. Multidetector CT in shoulder fractures. *Emerg Radiol*. 2004;11:89–94.

37. McAlinden PS, Teh J. Imaging of the wrist. *Imaging*. 2003;15:180–92.
38. Wicky S, Blaser PF, Blanc CH, Leyvraz PF, Schnyder P, Meuli RA. Comparison between standard radiography and spiral CT with 3D reconstruction in the evaluation, classification and management of tibial plateau fractures. *Eur Radiol*. 2000;10:1227–32.
39. Daftary A, Haims AH, Baumgaertner MR. Fractures of the calcaneus: a review with emphasis on CT. *Radiographics*. 2005;25:1215–26.
40. Ahn JM, El-Khoury GY. Occult fractures of extremities. *Radiol Clin North Am*. 2007;45:561–79.
41. Cerezal L, Abascal F, Canga A, García-Valtuille R, Bustamante M, del Piñal F. Usefulness of gadolinium-enhanced MR imaging in the evaluation of the vascularity of scaphoid nonunions. *AJR Am J Roentgenol*. 2000;174:141–9.