

Lesiones costales en antropología forense.

Rib injuries in forensic anthropology.

M. Subirana^{1,2}, I. Galtés^{1,2} y A. Malgosa²

RESUMEN

Los traumatismos torácicos pueden provocar la muerte de forma directa o indirecta en homicidios, suicidios o accidentes. En antropología forense, la reconstrucción de los traumatismos torácicos ante la ausencia de tejidos blandos requiere conocimientos adecuados de los patrones de fractura de la parrilla costal. Los tipos de fractura que observamos en las costillas no están suficientemente explicados en la literatura médico forense clásica.

Nuestro trabajo se ha centrado en la revisión de las lesiones por arma de fuego, traumatismos contusos y por arma blanca en la zona costal con la finalidad de simplificar este tema.

Palabras clave: antropología forense, lesiones costales, lesiones parrilla costal, lesiones tórax.

Cuad Med Forense 2008; 14(53-54):251-268

ABSTRACT

Chest wall trauma can contribute to death directly or indirectly in homicides, suicides or accidents. In forensic anthropology, the reconstruction of traumatic thoracic events when soft tissues are absent, requires an adequate understanding of ribcage fracture patterns.

Fractures types observed in ribs are not explained by current bone literature. Our work has focused on reviewing injuries by gunfire, sharp force trauma and blunt force injures from ribs in order to simplify this matter.

Key words: forensic anthropology, ribs injuries, ribcage injury, chest injuries.

Fecha de recepción: 13.ENE.09

Fecha de aceptación tras revisión interna: 19.ENE.09

Correspondencia: Dra. Mercè Subirana Doménech. Clínica Medicoforense. Ronda Sant Pere, 35, baixos. 08010 Barcelona. E-mail: 25402msd@comb.cat.

¹ IMLC Barcelona.

² Unitat d'Antropologia Biològica. Departament de Biologia Animal, Biologia Vegetal i Ecologia. Universitat Autònoma de Barcelona.

INTRODUCCIÓN:

La antropología forense tiene como objetivos principales identificar y establecer la causa y mecanismo de muerte, así como las circunstancias de la misma mediante el estudio de restos óseos o cadáveres en mal estado. Una de las principales dificultades en la interpretación antropológico-forense de los hallazgos deriva de la ausencia o el mal estado de las partes blandas que habitualmente nos ayudan a reconocer los patrones lesivos.

Nos encontramos ante el hecho de que no son muchas las referencias bibliográficas sobre este tema en comparación con otras áreas medicoforenses. Por ejemplo, el estudio de las lesiones por arma de fuego suele centrarse en el cráneo describiéndose minuciosamente los orificios de entrada, salida, trayectos y las lesiones óseas; no obstante, hay muchas menos referencias a los efectos de los proyectiles en otras partes del esqueleto ya sean en huesos también planos como las costillas o en los huesos largos de las extremidades.

Evidenciamos en la práctica diaria patrones lesivos muy inespecíficos que dificultan el diagnóstico diferencial del mecanismo lesivo que las ha provocado. Las referencias bibliográficas sobre la interpretación de las lesiones costales como causa de muerte en antropología forense son escasas a pesar de hallarse comprometidas en múltiples muertes violentas.

El objetivo de este artículo es realizar una revisión y síntesis de los hallazgos traumáticos costales más relevantes con la intención de facilitar la interpretación de éstos en el campo de la antropología forense.

ESTUDIO DE LAS COSTILLAS EN ANTROPOLOGÍA FORENSE:

Cuando se estudian las costillas deberán valorarse los hallazgos dentro de los antecedentes del levantamiento, exhumación o después del proceso de esqueletización de un cadáver en putrefacción. Se examinarán minuciosamente con la finalidad de localizar lesiones o alteraciones y se valorarán los trazos de fractura macroscópicamente y con lupa. Se limpiarán cuidadosamente y si es posible se realiza una consolidación, temporal o permanente, con la intención de reconstruir el trazo de fractura. Para un correcto estudio las costillas no deben estar mezcladas. Se deben diferenciar y ordenar para que con ello sea posible la descripción sistemática de cada una de las anomalías o lesiones, la reconstrucción de la trayectoria de un proyectil, la dirección de una herida por arma blanca o para determinar el número mínimo de individuos (Anexo I). El estudio de los trazos de fractura mediante el microscopio electrónico puede permitir diferenciar si una lesión se produjo por una arma blanca serrada o con hoja lisa.

APORTACIÓN DEL ESTUDIO DE LAS COSTILLAS EN ANTROPOLOGÍA FORENSE:

Estableceremos los hallazgos más comunes de lesiones costales por los mecanismos lesivos más frecuentes: arma de fuego, distintos tipos de fracturas por traumatismos contusos y finalmente las lesiones producidas por arma blanca.

I/ Lesiones por arma de fuego:

En el aspecto de las lesiones óseas ocasionadas por arma de fuego influirán la velocidad del proyectil en la zona de impacto, el ángulo de entrada, la distancia entre la boca del arma y zona de impacto, la presencia o ausencia de ropa [1], el calibre del proyectil, su forma, superficie, fuerza y forma del impacto: tangencial, etc. y la presencia de blancos intermedios [2]. La piel y el hueso se describen como las estructuras que oponen una mayor resistencia al paso de un proyectil y debemos tener en cuenta que para que éste perfora un hueso será necesario que su velocidad mínima esté comprendida entre los 60 y 84 m/s [3].

Las descripciones clásicas de los efectos de las armas de fuego suelen centrarse en el cráneo. De esta manera, las características principales descritas en la bóveda craneal son el bisel, específicamente el interno asociado con el orificio de entrada, el bisel externo asociado a la salida y las fracturas radiadas [4]. Symes et al. (1996) argumentan que este bisel característico es el resultado del desprendimiento que ocurre como resultado de la interacción de la tensión y fuerzas compresivas en la tabla interna y externa [5].

A pesar de que las costillas son huesos planos, como la bóveda craneal, tienen propiedades diferenciales características, como son la densidad del hueso trabecular, mayor en el cráneo que en las costillas. Por ello, y por el hecho de que la caja torácica está constituida por espacios intercostales y sometida a los movimientos de inspiración-espирación, se alcanza una menor presión cuando el proyectil entra en la cavidad torácica que cuando penetra en la craneal. Por tanto, vemos que se comportan de forma distinta dos huesos planos como son las costillas y la bóveda craneal cuando impacta en ellos un proyectil.

Las fracturas costales por arma de fuego, consideradas de forma general, pueden producirse por dos mecanismos: contacto directo con el proyectil o indirectamente por efecto de la producción de una cavidad temporal [6]. Una mayor conminución alrededor del trayecto del proyectil se produce por el efecto cavitatorio temporal [7,8]. Las fracturas indirectas pueden producirse cuando el proyectil pasa cerca del hueso en el tejido blando y se produce tensión que provoca la fractura. Pueden ser simples o complejas, dependiendo del grado de cavidad temporal ocasionado [9,10].

La morfología del defecto óseo en la parrilla costal dependerá de que el paso del proyectil se haya realizado a través de la zona costal o intercostal y de la orientación del proyectil. Puede dejar únicamente un defecto óseo si contacta con la superficie inferior o superior de la misma, un orificio circular, partirla por la mitad o no dejar evidencia ósea si ha pasado por el espacio intercostal (20% de los casos estudiados por Langley, 2007)[13]. En el caso de que deje un defecto semicircular, éste se apreciará con una mejor precisión después de haber reconstruido, en la medida en que esto sea posible, la fractura.

Se establecen las siguientes características diferenciales en relación a las lesiones por bala:

- El orificio costal de entrada de bala es redondeado, los márgenes también son redondeados, se asocian a fracturas radiadas y fracturas deprimidas. (Fig. 1 y 2)

Figura 1. Defectos óseos circulares característicos de munición de escopeta. (Cortesía Dr. F. Etxeberria)



Figura 2. Defecto óseo costal redondeado por bala de 9 mm. (Cortesía del Dr. F. Etxeberria y Dra. Claudia Garrido).

- Orificio costal de salida: son más grandes e irregulares, biselados, con fracturas radiadas y desplazamiento de los fragmentos óseos.
- El bisel externo en las costillas es ovoide mientras que es más redondo en la bóveda craneal.
- No se producen fracturas concéntricas en las costillas ya que el proyectil interacciona en una zona llena de aire como son los pulmones que no permiten una significativa formación de una cavidad temporal de la misma magnitud que la que se produce en cráneo [11] y, por tanto, no se alcanza una presión suficiente como para ocasionar estas fracturas. Los huesos torácicos (costillas, esternón y vértebras dorsales) tienen una mayor capacidad de absorber energía antes de romperse en comparación con la bóveda craneal. La fractura a distancia del trayecto se consideraría más propia de los rifles de alta velocidad [12] pero debemos admitir que no existe suficiente investigación sobre este tema para ser taxativos en esta afirmación.
- En comparación con la bóveda craneal, se producen mayores desplazamientos o astillamientos en las costillas que indicarán la dirección o trayectoria del proyectil [13] (Fig. 3 a 6).

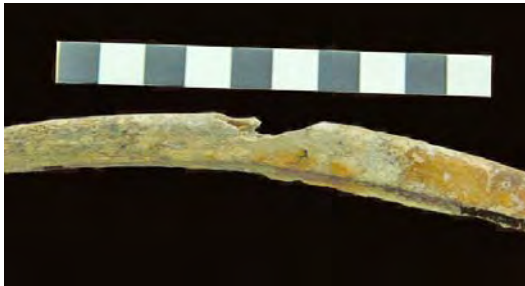


Figura 3. Defecto óseo por proyectil (orificio de salida).



Figura 4. Defecto óseo por bala con splint que orienta el sentido del proyectil.



Figura 5. Defecto óseo semicircular por entrada de proyectil.



Figura 6. Defecto óseo semicircular con splint que orienta la trayectoria del proyectil.

Desde un punto de vista de investigación medicoforense interesa establecer la diferenciación entre homicidio y suicidio. Ésta se basará principalmente en la localización del orificio de entrada [14] y la trayectoria. La presencia de múltiples entradas sería propio de un mecanismo homicida [15]. Como criterios generales se puede considerar que los orificios de entrada de armas de fuego largas por la parte torácica posterior serían propios de homicidios y los suicidios se pueden ver tanto en la zona lateral izquierda torácica ya sea en sentido ascendente o descendente, de derecha a izquierda o viceversa [16]. En la cuestión relativa al establecimiento de la trayectoria hemos constatado que existen pocos estudios relativos al estudio de la trayectoria o dirección del proyectil y manera de producirse la muerte [17,18]. Ubelaker (1996) consideró como criterios para establecer la

dirección del disparo el desplazamiento de los fragmentos óseos (*splints*), las fracturas deprimidas, el bisel y el patrón fracturario [19]. Spitz [20] además sugiere que la asimetría del bisel puede ser útil para la determinación de la trayectoria. Consideramos, de acuerdo con Langley [13], que las fracturas deprimidas costales son buenos indicadores de la dirección de disparo ya que reproducen la línea de trayectoria. Para una correcta interpretación de la trayectoria deberemos correlacionar los hallazgos lesivos costales con la presencia o no de lesiones en las escápulas, esternón y vértebras dorsales.

Intentar deducir el tipo de bala que afectó a la zona costal es casi imposible. Tengamos en cuenta que en sus estudios sobre este tema, Ann Ross (1996) [21] intentó relacionar las lesiones de entrada y del proyectil causante en cráneo midiéndolos en la zona más estrecha y llegó a una conclusión muy genérica: calibres grandes provocaban orificios de entrada más grandes, pero con excepciones, por ejemplo, un proyectil 0.22 provocaba una lesión más grande que uno del 0.25 ya que el primero suele ser blindado (Berryman et al, 1995) [22] y por tanto se deforman menos al impactar. Un segundo aspecto es la evidencia de solapamiento entre las lesiones producidas por los calibres estudiados. Un proyectil del 0.22 puede producir lesiones de entrada que parezcan de 0.45 y un proyectil del 0.32 provocar lesiones que parezcan producidas por un 0.25. Las lesiones más grandes que el calibre están relacionadas con el grosor de la zona ósea impactada. En los huesos más gruesos es más probable que las balas se deformen y originen orificios más grandes que los esperados. De todas formas, a veces pueden encontrarse orificios de bala más pequeños que el calibre del proyectil que los ha originado. Esto se observa normalmente en jóvenes por la elasticidad del tejido óseo, en casos en que se haya producido un impacto previo del proyectil antes de llegar a la zona ósea y que por tanto llega fragmentada o pasa a través de una sutura o línea preexistente de fractura (Berryman et al, 1995) [22]. Por tanto, la literatura da patrones inespecíficos pero referidos específicamente para el cráneo y por tanto, difícilmente aplicables sin cuestionarlos a la zona costal. Se deduce de todo ello la necesidad de una mayor experimentación en este tipo de lesiones a pesar de los avances basados en publicaciones dedicadas a simuladores de lesiones por arma de fuego en tórax [23].

Entre la balística y los traumatismos contusos encontramos las lesiones producidas por municiones no mortales como las denominadas "balas de goma". Éstas suelen tener una masa entre 20-200 g y una velocidad de impacto entre 20 y 250 m/s. Estas condiciones de masa y velocidad son similares a las que pueden ocasionarse en deportes como el béisbol, hockey y en ocasiones pueden llegar a ser mortales [24]. Se ha reproducido este tipo de lesiones en tórax de cadáveres y comparado con los datos previos publicados sobre accidentes automovilísticos consideran que las municiones no mortales tienen impacto energético lesivo superior pero de una menor duración [25].

2/ Fracturas:

El hueso es un material viscoelástico que puede comportarse como dúctil o quebradizo dependiendo de la fuerza aplicada en él [26]. Los materiales dúctiles pueden absorber más energía antes de romperse que los materiales quebradizos y el hueso osteoporótico es más quebradizo que el joven y sano. Los estudios biomecánicos revelan que el hueso es más resistente a fuerzas de compresión que de tensión [27] y que bajo tensión, torsión o angulación, el hueso se romperá primero en el punto de máxima tensión [28]. Teniendo en cuenta que las costillas se romperán principalmente bajo fuerzas de tensión más que de compresión y que los cambios relacionados con la edad lo que provocan es un descenso en las propiedades elásticas óseas, sería de esperar que las fracturas completas fueran más frecuentes en los ancianos, pero en un estudio realizado por Love et al, (2004) no encontraron diferencias significativas entre las fracturas completas e incompletas y la edad [29].

Las fracturas costales pueden ser provocadas por violencia directa o indirecta.

a) Las provocadas por VIOLENCIA DIRECTA: son simples o compuestas y asientan normalmente en el punto de impacto [30]. Como regla general consideramos que:

- La compresión anteroposterior del tórax puede ocasionar fracturas en la región costondral o lateral que tienden a ser lineales, transversales o incompletas y sufrir deformación plástica (paso previo a la fractura en tallo verde de los niños, debida a la elasticidad ósea, menor mineralización, periostio más grueso y canales haversianos mayores que hace que el hueso se deforme sin llegar a fracturarse).
- Si la compresión fue posteroanterior la fractura suele ser próxima a la columna dorsal.
- Si la compresión fue lateral las costillas se habrán fracturado cerca de la columna vertebral y esternón.
- Cuando se encuentran lesiones de las tres primeras costillas consideraremos que pudieron asociarse a lesiones traqueobronquiales o de grandes vasos mientras que las lesiones de las costillas 10 a 12 nos orientarán a que pudo haber sufrido lesiones diafragmáticas, esplénicas o hepáticas.
- Las fracturas en costillas consecutivas (como las de tipo *volet* en las que se fracturan tres o más costillas adyacentes en dos o más puntos) y en zonas laterales cabe pensar en la compresión parecida a la de la reanimación cardiopulmonar o al saltar sobre el pecho de una persona.
- Las fracturas que se encuentran en las zonas paravertebrales y afectan a los tubérculos pueden estar causadas por impactos directos o adyacentes a la zona de impacto.
- Las fracturas en la parte posterior en general habrían sido mejor toleradas y controladas gracias a la musculatura posterior y la escápula.
- En las fracturas de la caja torácica no siempre es posible asociar etiologías específicas a cada una de ellas, más bien se puede hablar de un número de fuerzas que las causan; éstas incluyen pero no se limitan a: compresión torácica donde el cuerpo de la víctima está inmovilizado por el suelo o una pared, patadas y golpes con objetos contundentes (bates de béisbol, porras, culatas), accidentes por caída y compresión torácica de ancianos inmovilizados en cama [31], atropellos, etc.
- Las fracturas por traumatismos contusos suelen ser generalmente reconstruibles, a diferencia de las fracturas costales producidas por arma de fuego.(Fig. 7)



Figura 7. Fractura costal reconstruida.

- Tienen especial relevancia las fracturas costales asociadas a **accidentes de tráfico**: se han descrito fracturas de costillas cervicales [32], fracturas costales bilaterales por impacto contra el volante o asociadas a fracturas esternales por *air-bag* o por atropello (transversa de esternón y costales bilaterales). Las fracturas costales se asocian a fracturas de macizo facial por impactos del coche por detrás mientras la persona es proyectada hacia la ventanilla, salpicadero o asiento delantero. En motoristas impactando en el suelo o contra un objeto. Si el peatón fue despedido por el impacto del coche las lesiones costales predominarán en la zona opuesta al impacto.

Como ejemplo de violencia directa repetitiva sobre la zona torácica tenemos las fracturas iatrogénicas provocadas durante la **reanimación cardiopulmonar** (RCP). En estos casos suelen asociarse a fracturas esternales, comprometen las seis primeras costillas, suelen ser bilaterales o de predominio en el hemitórax izquierdo y de localización tanto anteriores como anterolaterales. Puede ser extremadamente difícil establecer el diagnóstico con otras atribuidas a otros mecanismos violentos [33]. Su incidencia aumenta en las mujeres y con la edad [34]. En los niños la presencia de fracturas es menos frecuente, son menos aparentes [35] y pueden diagnosticarse por las complicaciones que pueden ocasionar [36]. Raramente las fracturas por RCP ocasionan por si mismas la muerte salvo cuando provocan hemoneumotórax o laceraciones cardíacas [37,38]. Normalmente son fracturas infravaloradas por radiología frente a la detección durante la autopsia de un cadáver reciente [39]. Si se sospechan en un cadáver reciente pero no se evidencian radiológicamente, debería practicarse además una radiología oblicua. De todas formas, raramente encontraremos lesiones propias de RCP reciente en el campo de la antropología forense ya que no suele abandonarse a un cuerpo al que se le ha realizado previamente maniobras de reanimación. Consideramos que las fracturas consolidadas de RCP tendrían sobre todo valor individualizador.

A pesar de que se han documentado fracturas costales en partos de macrosomas, en el caso de los esqueletos de niños, debemos pensar siempre en la posibilidad de que se trate de un **síndrome del niño maltratado** principalmente cuando estas fracturas están localizadas en los arcos posteriores. Las fracturas costales infantiles revelan gran violencia ya que al ser muy elásticas no suelen fracturarse. Algunos autores como Kleinman et al. (1995) [40] refieren que las fracturas costales son en estos casos más frecuentes que las de los huesos largos [41]. La combinación de fracturas costales y metafisarias serían indicativas de abuso.

En los casos de menores de 3 años, la presencia de fracturas costales se consideran que tienen un factor predictivo positivo de malos tratos del 95% [42]. Cuando son recientes pueden ser de difícil apreciación radiológica [43] y pueden tardar unos 10 a 14 días en visualizarse los cambios radiográficos pero no se han determinado los cambios de osificación en esqueletos. Se aprecian callos óseos importantes en los estudios más retardados y excepcionalmente cursan con osteomielitis [44]. Las fracturas costales en víctimas de malos tratos cursan de forma habitual con afectación bilateral como consecuencia de la presión de las manos del adulto agarrando el tórax del bebé y apretando mientras se sacude [45]. Las fracturas de la primera costilla son especialmente poco frecuentes [46]. Se considera que se producen por mecanismos de compresión y sacudida mientras el niño es sostenido por debajo de los brazos mientras es sujetado por las manos del adulto con los pulgares dirigidos hacia arriba y situados en la parte más alta del tórax del niño transmiten una fuerza compresiva que se combina con las violentas sacudidas que desplazan hacia delante y hacia atrás la cabeza.

La **tortura** requiere ser tratada de forma independiente en relación a la detección de fracturas costales por mecanismo directo ya que tiene una serie de características propias. A pesar de

que la definición de tortura se basa en criterios intencionales, hay una serie de hallazgos óseos que pueden ayudar al tribunal para establecer este diagnóstico. Autores como Baraybar, (2003) consideran que el tórax es la región de fácil acceso, favorita de los torturadores ya que provoca secuelas dolorosas y cuadros como hemo, neumo y hemonemotórax que si no son tratados de forma adecuada pueden conducir a la muerte. Basándose en la experiencia en la peritación de casos de tortura, Baraybar establece los siguientes criterios diagnósticos [47]:

1. Lesiones en la caja torácica y columna. Presencia de fracturas costales que combinen dos tipos de mecanismo: compresión torácica anteroposterior y fracturas por impacto directo en la región posterior o lateral del tórax afectando a costillas aisladas o a pares de ellas. Por ejemplo, las fracturas costales bilaterales, en áreas distintas pero en cuerpos costales consecutivos nos hace suponer que las fuerzas se han aplicado de forma consecutiva y no sincrónica.
2. El mecanismo lesional tiene que ser de carga lenta y las lesiones no costales deben ser atribuibles a causas específicas como son las fracturas en extremidades propias de defensa (fracturas de cúbito).
3. Una observación minuciosa permite en muchos casos determinar la presencia de proliferación de hueso fibroso en las áreas adyacentes a las fracturas indicando la formación incipiente de callo y por lo tanto le confiere cierta diacronía a la lesión ya que se tortura para causar daño de forma progresiva.
4. Las condiciones descritas cuando se hallan asociadas permiten afirmar la existencia de tortura como entidad más probable. Sin embargo, si no se logran reunir todas las condiciones se transforma en posible y no en concluyente.
5. Tener en cuenta que sólo una fracción de las lesiones causadas por tortura o malos tratos afectan a los huesos, más aún si se produjeron en un período breve y las observaciones se realizan mucho tiempo después.

Además de este patrón lesivo general, debemos tener en cuenta que se han informado casos en los que se ha producido una fractura costal secundaria a contractura muscular provocada por electrocución como mecanismo de tortura [48].

b) Provocadas por VIOLENCIA INDIRECTA, como compresiones torácicas desde la zona anterior por caída desde altura o por atropellos en las que las fracturas costales se producen en la zona lateral. En muchas ocasiones los trazos fracturarios han penetrado en la cavidad pleural. Algunos autores señalan que las fracturas costales por caídas superiores a 40 m, son múltiples, bilaterales, asociadas a fracturas dorsales y esternales [49,50]. Sin embargo, la experiencia forense habitual contempla estas fracturas asociadas por caídas desde alturas inferiores.

Deberemos descartar que las fracturas sean patológicas o espontáneas. Ante las fracturas en las que se aprecie una base patológica deberemos pensar en la posibilidad entre otras, de que se trate de metástasis, pericondritis, hiperparatiroidismo o hubiera seguido tratamiento con esteroides.

Las metástasis se evidenciarán como lesiones líticas con mayor o menor destrucción de la cortical que pueden ser secundarias a cáncer pulmonar, gástrico o mieloma y hay que establecer el diagnóstico diferencial con fracturas osteoporóticas [51].

La pericondritis puede asociarse a actinomicosis [52] pero es más frecuente que se haya producido por tuberculosis no tratada y muchas veces asociada a infección por VIH. Pueden producirse periostitis y abscesos que se relacionarían con zonas de infección pulmonar [53,54,55,56]. A diferencia de la fiebre tifoidea en la que se produce una afectación que va desde el centro hacia la

periferia, en la tuberculosis se produce una afectación inicialmente periférica y se extiende hacia las capas más profundas del cartílago [57].

Dentro de las fracturas costales por stress: se han descrito lesiones costales atribuidas a la utilización de tirantes [58] o a deportes con movimientos repetitivos de extremidades superiores como el remo y el golf [59]. Se han identificado fracturas de estrés costal con fracturas múltiples asociadas a artropatía, altitud (más de 5.500 m) y esfuerzos tusígenos [60,61]. En los casos asociados a deportes como es el caso de los remeros, se localizan principalmente entre la costilla cuarta y novena [62] y en la zona posterolateral cercana a la escápula [63]. Se han apreciado similitudes entre estas fracturas durante la práctica del deporte y las producidas por esfuerzos tusígenos y se sugiere que se producen por la acción del serrato mayor y la musculatura externa oblicua o también denominado músculo oblicuo mayor del abdomen (originado del 5 al 11 arco costal) que provoca fuerzas de doblamiento tanto en los movimientos propios del remo como en el acceso tusígeno.

Las fracturas de la primera costilla son poco frecuentes pero pueden verse asociadas a la carga de objetos pesados o trabajos con las extremidades extendidas por encima de la cabeza [64]. También vemos en la primera costilla fracturas con la localización más frecuente en el surco subclavio que es donde la costilla es más delgada y en el tercio posterior se ha asociado a movimientos similares a los de sacar la nieve con una pala [65].

Ante toda fractura deberá distinguirse entre si su origen fue **antemortem** (no relacionadas o relacionadas de forma directa o indirecta con el fallecimiento) (Fig. 8), **perimortem** (con relación directa o sin ella con el óbito ya que a pesar de ser reciente pudo fallecer por otra causa) o **postmortem** (sin relación alguna con la muerte y puede ser secundario a **acción tafonómica** provocada en el lugar de inhumación o donde se depositó) o por maniobras durante su recuperación, traslado o estudio en el laboratorio. Mientras que los huesos frescos se fracturan mayoritariamente de forma oblicua con plano de fractura con superficie de fractura ondulante y suave, el hueso seco (*postmortem*) se rompe de forma transversa y las superficies son rugosas. Si bien este es un esquema general para la diferenciación de las fracturas perimortales de las postmortales, el diagnóstico de las fracturas de las costillas es más difícil por cuanto su comportamiento es semejante tanto en el hueso fresco como en el seco, al de las conocidas "fracturas en tallo verde" o fracturas subperiósticas, en las que se rompe un lado del hueso y el opuesto sólo se encorva [66].



Figura 8. Fractura costal consolidada. (Cortesía Dra. Helena Martínez).

La principal ayuda que proporcionan la determinación de procesos tafonómicos consiste en la determinación de la data de muerte, establecer los acontecimientos postmortales y la exposición medioambiental [67]. La determinación de patología *antemortem* podrá apreciarse por los elementos de remodelado o respuesta ósea al proceso patológico. La determinación de estas alteraciones será necesaria para ayudar a acotar entre las personas desaparecidas, para establecer una identificación y para plantearse si la patología *antemortem* fue la causante o contribuyó a la muerte.

3/ Lesiones por arma blanca:

Las lesiones por arma blanca, en nuestro medio, son la causa más frecuente de muerte violenta homicida y las zonas involucradas con mayor frecuencia son el cuello y/o el tórax. En antropología forense la ausencia de signos por arma blanca en el esqueleto no descarta la utilización de este tipo de armas, ya que pueden haber penetrado sin lesionar hueso o cartílago. A la inversa también podemos decir que se pueden conservar estigmas del arma blanca causante en cartílago y que las lesiones en cartílago son más frecuentes que en hueso [68]. Con relativa frecuencia producen a veces defectos óseos tan pequeños que pasan desapercibidos en una primera inspección o que se descubren en una revisión de un caso (Fig. 9 a 11). Las armas actuarán, según sus características, mediante un componente lesivo punzante, cortante, contuso o mixto. Las armas afiladas provocarán lesiones óseas con márgenes lisos y regulares que progresivamente se van volviendo rugosos cuando se ha producido desgaste o melladuras de la hoja. Se apreciará un componente contuso cuando se implican armas cortantes y pesadas utilizadas con gran violencia lesiva. La orientación de las astillas óseas ayudará a establecer la trayectoria de la herida por arma blanca (Fig. 12 y 13).



Figura 9. Lesión cortante en margen inferior de costilla casi imperceptible.

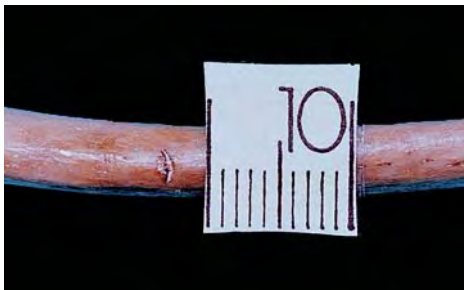


Figura 10. Lesión ósea cortante casi imperceptible en margen superior de costilla.

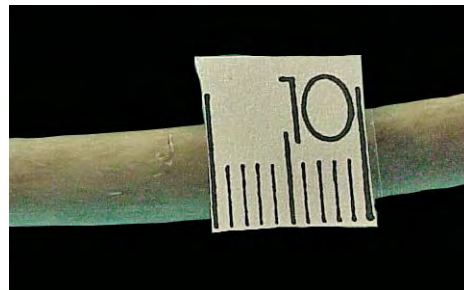


Figura 11. Lesión ósea cortante casi imperceptible en margen superior de costilla.



Figura 12. Defecto óseo triangular en la cortical costal producido por arma blanca que orienta hacia la dirección de la lesión.



Figura 13. Lesión cortante por arma blanca con cierto astillamiento que permite orientar la dirección de penetración del arma.

Como peculiaridades de las lesiones por arma blanca en las costillas, tendremos:

- Cuando se producen defectos lineales por penetración paralela al cuerpo de la costilla se produce una lesión superior más ancha que la hoja del arma implicada.
- Dos secciones costales contiguas en forma de triángulos de disposición especular con base inferior son compatibles con arma bicortante.
 - Puede quedar la impronta del lomo en la costilla superior y un corte en forma de V en la inferior en las hojas de las armas planas monocortantes.
 - Cuando la hoja del arma es extraída, la amplitud del corte en la zona ósea puede ser menor que la amplitud de la hoja del arma que la provocó [69].
 - Las heridas por cuchillo pueden levantar el borde de la incisión como si se tratara de una fractura en tallo verde.
- Una lesión costal en V puede ser tanto producida por una arma blanca mono o bicortante.

- Algunas lesiones costales pueden parecer producidas por dos armas distintas: una mono y otra bicortante cuando en realidad es la misma arma con hoja bicortante en la punta y monocortante el resto de la hoja.
- Las trayectorias pueden ser superiores a la longitud del arma causante porque el impacto necesario para lesionar en la caja torácica haya comprimido las costillas.

En el esquema de las Fig. 14 y 15 establecemos algunas posibilidades de lesiones por arma blanca mono y bicortante en las que se puede evidenciar que algunas serían idénticas para ambos tipos de arma.

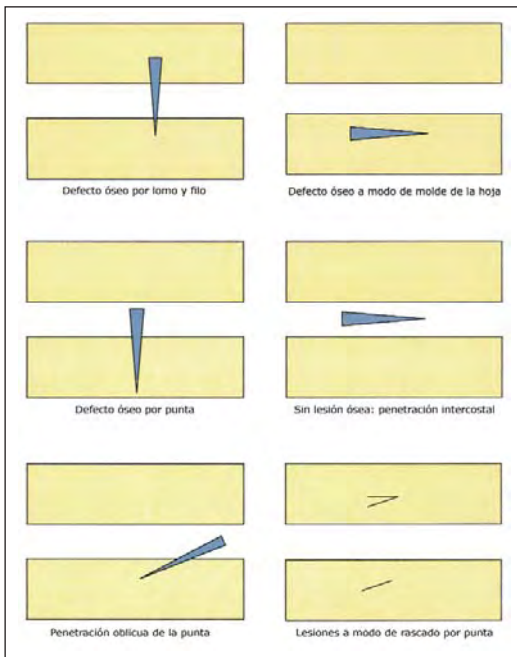


Figura 14. Posibles lesiones costales por arma blanca monocortante.

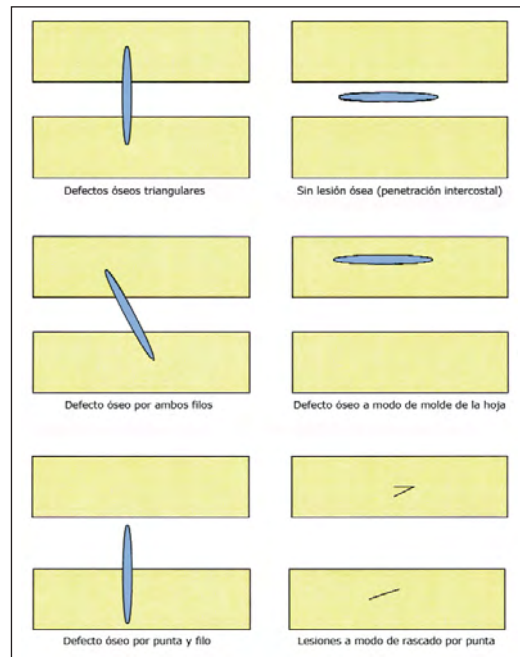


Figura 15. Posibles lesiones costales por arma blanca bicortante.

Por tanto, debemos ser cuidadosos con la determinación de la naturaleza de un arma a partir del patrón lesivo óseo. Muchas veces se requiere la visualización por microscopio electrónico para establecer el tipo de arma utilizada [70] y la experiencia indica que es más fácil inferir cuál será el patrón lesivo de un arma blanca en la zona ósea que la deducción inversa.(Fig. 16)

Además debemos descartar intentos de **desarticulación intencional** para descuartizar un cadáver, pero éstos predominarán en las articulaciones de las extremidades y columna cervical más que en la zona costal. Debe tenerse en cuenta que la parrilla costal es también la preferida de los depredadores superiores y éstos pueden dejar las señales de los colmillos que se deberán diferenciar de lesiones puntiformes por arma blanca tipo cilindrocónica. Se producen fracturas postmortales producidas por animales carroñeros durante su entrada en la cavidad abdominal. La masticación de los bordes esternales de las costillas son característicos de lesiones por animales ya que con ello facilitan la entrada abdominal y consiguen un efecto palanca entrando por esta zona. Las fracturas en la zona dorsal son frecuentes cuando las costillas son forzadas de su alineación anatómica por parte del animal. No deben confundirse estas lesiones con artefactos efectuados durante la autopsia, que

se hayan producidos por maquinaria de campo en cadáveres enterrados en zonas de cultivo [71] o que tengan un origen accidental por las maniobras efectuadas durante la exhumación del cadáver o esqueleto.



Figura 16. Defectos lineales de distinto grosor y profundidad en cara interna de costilla producidos por la misma arma blanca.

CONCLUSIÓN:

Establecer lesiones como causa y mecanismo de muerte en el campo de la antropología forense suele ser una tarea compleja ya que faltan piezas fundamentales para la interpretación. Esta limitación se incrementa en el caso de las lesiones costales ya que en las aportaciones bibliográficas se les dedica escasa atención desde un punto de vista lesivo global o se centran únicamente en las complicaciones que estas fracturas ocasionan.

Además, debemos tener en cuenta que en muchos casos las lesiones torácicas son consecuencia de distintos mecanismos lesivos en el mismo esqueleto, como pueden ser distintas combinaciones como: lesiones por contusiones y arma blanca, contusiones y arma de fuego, arma de fuego y caída, etc., con lo que el patrón lesivo puede ser variado y de difícil interpretación.

La bibliografía se centra principalmente en los estudios de las fracturas costales por reanimación cardiopulmonar y en el síndrome del niño maltratado. Todo ello se basa fundamentalmente en publicaciones de la medicina asistencial. Las lesiones por arma blanca, si bien están estudiadas dentro de la medicina forense, presentan también serias limitaciones interpretativas. Las lesiones por arma de fuego están también poco estudiadas. Los criterios aportados por Langley, (2007) [13] se han basado en casos forenses con informes previos en los que existía evidencia balística. En el caso de que se adapten al campo de la antropología forense su aplicación es más limitada ya que en muchas ocasiones no hay evidencias balísticas porque el cadáver fue trasladado del lugar en donde se produjo la muerte y si a ello añadimos la probabilidad de que estemos valorando multiplicidad de cuadros lesivos (por ejemplo, fracturas por caída durante la huida, contusión por culata y posteriormente lesión por arma de fuego) se dificulta enormemente llegar a una interpretación del cuadro lesional. Destaca en la bibliografía valorada que no se diferencia en ella si hay fracturas asociadas a traumatismos contusos por ejemplo por la caída al suelo del cuerpo tras una lesión torácica por arma de fuego. Si tenemos en cuenta que existen disparidad de criterios como los de Symes, (1996) [5] quien advierte que, no es aconsejable predecir el calibre del proyectil ante el examen del orificio ya que pueden dejar orificios en los huesos más pequeños en diámetro que el proyectil y los criterios

de otros autores que argumentan que son capaces de distinguir como mínimo entre pequeño y gran calibre en el cráneo, a pesar de aceptar la existencia de una área de solapamiento [72], vemos que en el caso de las lesiones costales por bala no es posible establecer esta discusión ya que no hay suficientes estudios y, por tanto, sería necesario un mayor número de estudios experimentales que ayudaran a la interpretación de los hallazgos óseos costales en antropología forense.

ANEXO I

A pesar de haber varios sistemas descritos normalmente aplicables a individuos de más de 2 años de edad, aportamos el propuesto por Ramey, (1999) por su simplicidad. (Fig. 17)



Figura 17. Ordenación correcta de las costillas para visualizar los trayectos lesivos por arma de fuego.

Sistema de ordenación y clasificación de las costillas. Ramey, (1999) [73]:

1. La superficie más interna de las costillas más altas está orientada hacia abajo, las costillas de la parte media está orientada medialmente y la de las flotantes mira ligeramente hacia arriba. Esta disposición se puede apreciar cuando se dejan las costillas sobre una superficie plana.

Se localizan las primeras costillas (más cortas, algo curvadas, casi planas y con cuello relativamente largo). La primera costilla: se orienta de modo que sus dos caras miran

una hacia arriba y otra hacia abajo, en la cara superior hay dos canales vasculares (uno posterior para la arteria subclavia y otro anterior para la vena homónima), separados por una eminencia rugosa, el tubérculo de Lisfranc (para el escaleno anterior), no existe el canal costal, tiene una cara única en la cabeza costal, el cuello es aplanado y en la parte superior de la extremidad anterior existe una superficie rugosa para el ligamento costo-clavicular.

La segunda costilla se caracteriza porque no tiene canal costal, sus caras son horizontales y en la zona media tiene una superficie rugosa más o menos saliente para uno de los fascículos del serrato mayor. Se coloca sobre una superficie plana y si la cabeza está angulada hacia abajo y toca la superficie significa que la parte superior está colocada hacia arriba y por tanto, bien colocada.

2. Se localizan las costillas 11 y 12 y se separan. La costilla undécima y duodécima se articulan a una sola vértebra y debido a ello su cabeza no tiene más que una sola cara articular, la ausencia de carillas en la tuberosidad (no se articulan con la apófisis transversa) y no están torsionadas, los extremos esternales son planos y acabados en punta. La duodécima es mucho más corta que la anterior, y cómo ésta, no presenta ningún indicio de torsión [74]. Tienen las cabezas en forma de abanico, sin cuello y la extremidad esternal bien afilada (carecen de la forma de copa). La superficie más interna es superior, no inferior como en el caso de la primera costilla.
3. Se escogen los otros nueve pares de costillas en grupos de derecha e izquierda orientándolas de la siguiente forma: la cabeza es posterior, la parte esternal anterior y el borde agudo inferior.
4. Con la primera costilla como punto de partida se colocan a cada lado desde arriba hasta abajo primero el lado derecho y luego el izquierdo. Veremos que la forma de las cabezas variará gradualmente, desde más largas y estrechas hasta la forma de abanico y la longitud de los cuellos se reduce progresivamente desde arriba hasta abajo. La curvatura de las costillas proporcionará una forma de barril a esta disposición de las costillas. La superficie más interna de las costillas más altas se orientará hacia la superficie de la mesa y la superficie más interna de las costillas más bajas mirará hacia fuera en relación a la superficie de la mesa. La cabeza de las costillas séptima y octava se mantienen más elevadas en relación al plano de sustentación de la mesa. Cada costilla conformará la curvatura de la costilla adyacente. Resumiendo, desde la primera a la última costilla la evolución es la siguiente: pasaremos de costillas con el cuello más largo, a costillas con cabeza bifacetaria, costillas con cabeza más ancha, costillas sin cuello y por último costillas sin tuberosidad. Finalizamos la operación comparando cada costilla con la del lado opuesto para correlacionar la correspondencia de forma y longitud.

AGRADECIMIENTOS:

A Cèlia Rudilla, bibliotecaria del IMLC, por su inestimable ayuda en la búsqueda incansable de libros y artículos, por su eterna sonrisa al encontrarlos compartiendo la alegría del hallazgo y por haber sido capaz de conseguir todo lo imposible.

A Josep Maria Aguilar, Jordina Corrons y Joaquín Lucena por su ayuda al dedicarnos tiempo, conocimiento y capacidad crítica. □

BIBLIOGRAFÍA:

1. Di Maio VJ. Gunshot wounds: practical aspects of firearms, ballistic and forensic techniques, 2nd revised ed. New York: Elsevier Science Publishing Company, 1993.
2. Berryman HE, Smith OC, Symes SA. Diameter of cranial gunshot wounds as a function of bullet calibre. *J Forensic Sci* 1995; 40(5):751-754.
3. Di Maio VJM. Gunshot Wounds. Practical Aspects of Firearms, Ballistics, and Forensic Techniques. Second Edition CRC Press, 1985 CRC Press Inc. United States of America, 1993 pp 203-251.
4. Berryman HE, Symes S. Recognizing gunshot and blunt cranial trauma through fracture interpretation. In: Reichs KJ, editor. Forensic osteology: advances in the identification of human remains. Springfield: Charles C. Thomas, 1998: 333-352.
5. Symes SA, Smith OC, Berryman H, Peters C, Rockhold L, Huan S et al. Bones: bullets, burns, bludgeons, blunders and why. Proceedings of the 48th Annual Meeting of the American Academy of Forensic Sciences; February 19-24 1996. Nashville, TN, Colorado Springs, CO: American Academy of Forensic Sciences, 1996: 10-11.
6. Dougherty PJ, Craig Silverton, Soheil Najibi. Urban Gunshot Wound Ballistics. *Techniques in Orthopedics* 2006; 21(3):181-185.
7. Huelke DF, Buege LJ, Harger JH. Bone fractures produced by high velocity impacts. *American Journal of Anatomy* 1967; 120(1):123-131.
8. Huelke DF, Harger JH, Buege LJ, Dingman H G, Harger D R. An experimental study in bio-ballistics: Femoral fractures produced by projectiles. *Journal of Biomechanics* 1968 Jul; 1(2): 97-105.
9. Clasper J. Contamination of ballistic fractures: an in vitro model. *Injury* 2002; 33 (2) 157 - 160.
10. Ming L, Yu-Yuan M, Ring-Xiang F, Tian-Shun F. The characteristics of pressure waves generated in the soft target by impact and its contribution to indirect bone fractures. *The Journal of Trauma* 1988; 28(1) Supplement: S104-S109.
11. Amato JJ, Billy LJ, Lawson NS, Rich NM. High velocity missile injury: an experimental study of the retentive forces of tissue. *Am J Surgery* 1974; 127: 454-459.
12. Morse D. The skeletal pathology of trauma. In: Morse D, Duncan J, Stoutmaire J, editors. Handbook of forensic archaeology and anthropology. Tallahassee: Florida State University Foundation 1984: 145-156.
13. Langley NR. An Anthropological Analysis of Gunshot Wounds to the Chest. *J Forensic Science* 2007; 52 (3) . 532-537.
14. Karger B, Billeb E, Koops E, Brinkmann B. Autopsy features relevant for discrimination between suicidal and homicidal gunshot injuries. *Int J. Legal Med* 2002; 116: 273-278.
15. Desinan L, Mazzolo GM. Gunshot fatalities: suicide, homicide or accident? A series of 48 cases. *Forensic Sci. Int* 2005; 147S: S37-S40
16. de la Grandmaison G, Fermanian C , Aegerter P , Durigon M. Influence of ballistic and autopsy parameters on the manner of death in case of long firearms fatalities. *Forensic Science International* 2008; 177 (2-3) 207-213.
17. Druid H. Site of entrance wound and direction of bullet path in firearm fatalities as indicators of homicide versus suicide. *Forensic Sci Int* 1997; 88:147-162.
18. Karger B, Billeb E, Koops E, Brinkmann B. Autopsy features relevant for discrimination between suicidal and homicidal gunshot injuries. *Int . J. Legal Med* 2002;116:273-278.
19. Ubelaker DH. The remains of Dr Carl Austin Weiss: an anthropological analysis. *J Forensic Sci* 1996; 41(1):60-79.
20. Spitz W. Gunshot wounds. En: Spitz W, Fisher R, editors. *Medicolegal investigation of death: guidelines for the application of pathology to crime investigation*. Springfield: Charles C. Thomas, 2006: 607-706.
21. Ann H. Ross, *Gunshot Wounds: A Summary*, <http://www.soton.ac.uk/~jb3/bullet/gsw.html>.
22. Berryman HE, Smith OC, Symes SA (1995). Diameter of cranial gunshot wounds as a function of bullet caliber. *Journal of Forensic Sciences* 1995; 49: 751-754.
23. Roberts J, Merkle A, Biermann P, Ward E, Carkhuff B, Cain R. Computational and experimental models of the human torso for non-penetrant ballistic impact. *Journal of Biomechanics* 2007; 40 (1):125-136.
24. Maron BJ, Poliac LC, Kaplan JA, Mueller FO. Blunt impact to the chest leading to sudden death from cardiac arrest during sports activities. *The New England Journal of Medicine* 1995; 333 (6): 337-341.
25. Bir C, Viano D, King A. Development of biomechanical response corridors of the thorax to blunt ballistic impacts. *Journal of Biomechanics* 2004; 37: 73-79.
26. Smith OC, Berryman HE, Symes SA, Francisco JT, Hnilica V. Atypical gunshot exit defects to the cranial vault. *J Forensic Sci* 1993; 38 (2):339-343.
27. Keaveny TM, Wachtel EF, Gou XE, Hayes WC. Mechanical behaviour of damaged trabecular bone. *J Biomechanics* 1994; 27 (11):1309-1318.
28. Carter DR, Hayes WC. The compressive behavior of bone as two-phase porous structure. *J Biomechanics* 1977;10:325-337.
29. Love JC, Symes SA. Understanding Rib Fracture Patterns: Incomplete and Buckle Fractures. *J Forensic Sci*, Nov 2004; 49(6) 1153-1158.
30. Di Maio VJM, Dana S E. *Manual de Patología Forense*. Ediciones Díaz de Santos, Madrid, 2003.
31. Karger B, Fracasso T, Pfeiffer H. Fatalities related to medical restraint devices – Asphyxia is a common finding. *Forensic Science International* 2008;178 (2-3):178 -184.
32. Barry PW, Hocking MD (1993). Infant rib fracture-birth trauma or non accidental injury. *Archives of Diseases in Childhood* 68:250.
33. Hashimoto Y, Moriva F, Furumuva J. Forensic aspects of complications resulting from cardiopulmonary resuscitation. *Leg Med (Tokyo) Leg Med* 2007 Mar;9(2):94-99.

34. Black C, Busuttill A, Robertson C. Chest wall injuries following cardiopulmonary resuscitation. *Resuscitation* 2004; 63: 339-343.
35. Dolinak D. Rib fractures in infants due to cardiopulmonary resuscitation efforts. *Am J Forensic Med Pathol* 2007 Jun;28(2):107-110.
36. Bulloch B, Schubert CJ, Brophy PD, Johnson N, Reed MH, Shapiro RA. Cause and clinical characteristics of rib fractures in infants. *Pediatrics* 2000;105(4), E48.
37. Noffsinger AE, Blisard KS, Balko MG. Cardiac Laceration and Pericardial Tamponade Due to Cardiopulmonary Resuscitation After Myocardial Infarction. *J Forensic Sci* 1991;36:1760-1764.
38. Machii M, Inaba H, Nakae H, Suzuki I, Tanaka H. Cardiac rupture by penetration of fractured sternum: a rare complication of cardiopulmonary resuscitation. *Resuscitation* 2000; 43: 151 - 153
39. Lederer W, Mair D, Rabl W, Baubin M. Frequency of rib and sternum fractures associated with out-of-hospital cardiopulmonary resuscitation is underestimated by conventional chest X-ray. *Resuscitation* 2004; 157 - 162.
40. Kleinman PK, Marler SC, Jr, Richmond JM, Blackbourne BD. Inflicted skeletal injury: a post-mortem radiologic-histopathologic study in 31 infants. *Am J Roentgenol* 1995; 3:647-650.
41. Gómez de Terreros I, Serrano I, Martínez MC. Diagnóstico por la imagen de los malos tratos infantiles. *Cuad Med Forense* 2006 Enero-Abril; 12 (43-44):21-37.
42. Bargness KA, Bernsard DD, Calkins CM, Partrick DA, Karrer FM, Strain JD. Positive predictive value of rib fractures as an indicator of non-accidental trauma in children. *Journal of Trauma* 2003; 56: 1107-1110.
43. Brogdon BG. *Forensic Radiology*. CRC Press, 1998.
44. Ribe JK, Changsri C. A case of traumatic osteomyelitis in a victim of child abuse. *Am J Forensic Med Pathol* 2008 Jun;29(2):164-166.
45. Evans KT, Knight B, Whitaker DK. 1981 *Forensic Radiology*. Blackwell Scientific Publications, 1981.
46. Strouse PJ, Owings CL (1995). Fractures of the first rib in child abuse. *Pediatric Radiology* 197:763-765.
47. Citado en: "Dictamen pericial del caso Bernabé Baldeón presentado por Carmen Rosa Cardoza y Mellisa Lund, Equipo Peruano de Antropología Forense (EPAF) Jose Pablo Baraybar 2003, MSc preparado por Carmen Rosa Cardoza y Mellisa Lund, del Equipo Peruano de Antropología Forense <http://www.corteidh.or.cr/docs/casos/baldeon/perito673.pdf>.
48. Vogel H. Electric Torture. In *A radiologic atlas of abuse, terrorism, and inflicted trauma*. Brogdon BG, Vogel H, McDowell J D. 2003. CRC Press. pp 119.
49. Malson JK, Purdue BN. *The Pathology of Trauma*. Third edition. Ed Arnold, London, 2000.
50. Payne-James J, Busuttill A, Smock W. *Forensic Medicine: Clinical and Pathological Aspects*. GMM. San Francisco London, 2003.
51. Sang Hyun Paik, Myung Jin Chung, Jai Soung Park, Jin Mo Goo, Jung-Gi Im. High-Resolution Sonography of the Rib: Can Fracture and Metastasis Be Differentiated?. *American Roentgen Ray Society AJR* 2005; 184:969-974.
52. Molto JE. Differential diagnosis of rib lesions: a case study from Middle Woodland southern Ontario circa 230 A.D. *Am J Phys Anthropol* 1990 Dec;83(4):439-47.
53. Kelley MA, Micozzi MS. Rib lesions in chronic pulmonary tuberculosis. *American Journal of Physical Anthropology* 2005; 65 (4):381-386.
54. Lambert PM. Rib lesions in a prehistoric Puebloan sample from southwestern Colorado. *Am J Phys Anthropol* 2002 Apr;117(4):281-92.
55. Eyler WR, Monsoin LH, Beute GH, Tilley B, Schultz LR, Schmitt WGH. Rib enlargement in patients with chronic pleural disease. *American Journal of Radiology* 1996;67:921-926.
56. Roberts CA, Lucy D, Manchester K. Inflammatory lesions of ribs: an analysis of the Terry Collection. *American Journal of Physical Anthropology* 1994;95(2):169-182.
57. Chaklin VD. 1937. Tuberculous Perichondritis and Periostitis of the Ribs. *J Bone Joint Surg. Am.* 1937;19:395-401.
58. Capasso L, Kennedy K, Wilczak C. Atlas of occupational markers of human remains. Edigrafital SpA-S. Atto-Teramo-Italy, 1998.
59. Warden SJ, Gutschlag FR, Wajswelner H, Crossley KM. Aetiology of rib stress fractures in rowers. *Sport Med* 2002;32(13):819-836.
60. Litch JA, Tuggy M. Cough induced stress fracture and arthropathy of the ribs at extreme altitude. *Int J Sports Med* 1998 Apr;19(3):220-222.
61. Daniel R, Naidu B, Khalil-Marzouk J. Cough-induced rib fracture and diaphragmatic rupture resulting in simultaneous abdominal visceral herniation into the left hemithorax and subcutaneously. *Eur J Cardiothorac Surg* 2008;34:914-915.
62. Dragoni S, Giombini A, Di Cesare A, Ripani M, Magliani G. Stress fractures of the ribs in elite competitive rowers: a report of nine cases. *Skeletal Radiol* 2007; Oct 36(10):951-954.
63. Holden DL, Jackson DW. Stress fracture of the ribs in female rowers. *Am J Sports Med* 1985 Sep-Oct;13(5):342-348.
64. Pavlov H, Freiburger RH (1978). Fractures and dislocations about the shoulder. *Seminars in Roentgenology* 13:85-96.
65. Chan MCK, Fenton P, Conlan AA (1994). Unusual site of spontaneous first rib fracture: case report. *Canadian Journal of Surgery* 37:425-427.
66. Etxeberria Gabilondo F. Patología traumática. In: *Paleopatología: la enfermedad no escrita*. Isidro A, Malgosa A. Ed Masson Barcelona 2003. pp 195-218.
67. Haglund WD, Sorg MH, editors. *Forensic taphonomy*. Boca Raton: CRC Press; 1997.
68. Banas A. Frequency of bone/cartilage lesions in stab and incised wounds fatalities. *Forensic Science International* 2003; 131 (3):131-133.
69. Maples WR. Trauma analysis by the forensic anthropologist. In: *KJ Reichs (Ed). Forensic Osetology: Advances in The Identification of Human Remains*. Springfield, IL: Charles C Thomas, 1986. pp 218-228.

70. Houck, MH. Skeletal trauma and the individualization of knife-marks in bone. In K J Reichs (Ed), *Forensic Osteology: Advances in the Identification of Human Remains*, 2nd ed. Springfield, IL: Charles C Thomas, 1998 pp 410- 424.
71. Klepinger L L. *Fundamentals of Forensic Anthropology*. Wiley-Liss .Published John Willey & Sons, Inc., Hoboken, New Jersey, 2006
72. Ross AH. Caliber estimation from cranial entrance defect measurements. *J Forensic Sci* 1996; 41(4):629-633.
73. Ramey Burns Karen. *Forensic Anthropology Training Manual*. Ed Pearson, New Jersey 2007.
74. Testut L, Latarjet A. *Compendio de Anatomía Descriptiva*. Salvat editores. Barcelona, 1983.