

# FORMACIÓN CONTINUADA

## Radiología forense

Autores: Silvia Astorga González, José Manuel Sánchez Pérez.  
Hospital Povisa. C/ Salamanca, 5. CP 36211 Vigo. Pontevedra.

Dirección de correspondencia: Hospital Povisa. Servicio de Radiodiagnóstico.  
Vigo. Pontevedra.  
Teléfono: +34986413144. Ext.: 1059.  
e-mail: josman@povisa.es

Recibido: 02/02/2011  
Aceptado: 09/05/2011

### Resumen

La aplicación de las técnicas de imagen que habitualmente se utilizan en el diagnóstico clínico en la Medicina Forense ha dado lugar a una nueva disciplina dentro de la Medicina: la Radiología Forense. Su ámbito de aplicación abarca desde las autopsias, la evaluación de fracturas en caso de maltrato, en especial ante sospecha de maltrato infantil, la identificación, documentación en casos de negligencia o discapacidad, estimación de la edad, tráfico de drogas y falsificación de obra de arte, basándose en datos obtenidos a partir de técnicas de radiología convencional o de los modernos métodos de imagen diagnóstica como la Tomografía Computerizada (TC), la Resonancia Magnética (RM), o la Ecografía, que en el caso de su aplicación en las autopsias se les ha llamado virtopsia y ecopsia. Estas nuevas técnicas están demostrando su gran potencial en las investigaciones forenses al ser no invasivas y no destructivas, en el caso de las autopsias, y por su rapidez en el diagnóstico y el fácil sistema de archivo y registro, ya que la información se puede almacenar de forma indefinida y revisarse cuantas veces sea necesario, se pueden realizar muchos procesos de análisis de imagen, como reconstrucciones en volumen o mediciones morfométricas y los datos ser enviados a otros especialistas sin manipular las muestras. Infrautilizadas actualmente debido al coste económico, la necesidad de infraestructura y la falta de enseñanza y experiencia, se convertirán sin duda en una herramienta fundamental para las investigaciones forenses.

### Palabras clave:

**Radiología forense, autopsia, maltrato infantil, identificación, técnicas de imagen.**

### Summary

*The application of imaging techniques usually used in clinical diagnosis in the forensic literature has led to a new discipline within medicine: Forensic Radiology. Its scope ranges from the autopsies, the evaluation of fractures in case of abuse, especially for suspected child abuse, identification, documentation in cases of negligence or disability, age estimation, drug trafficking and falsification of work art, based on data obtained from conventional radiology techniques or modern methods of diagnostic imaging such as Computed Tomography (CT), Magnetic Resonance Imaging (MRI) or ultrasound, which in the case of application in autopsies have been called virtopsy and ecopsia. These new techniques are showing great potential in forensic investigations to be non-invasive and non-destructive, in the case of the autopsies, and their quick diagnosis and easy filing and recording system, because information can be stored indefinitely, and revised as necessary, can perform many image analysis processes, such reconstructions and morphometric measurements and volume data to be sent to other specialists without handling the samples. Underused due to cost, the need for infrastructure and lack of education and experience, will undoubtedly become an essential tool for forensic investigations.*

### KEY WORDS:

**Forensic radiology, autopsy, child abuse, identification, imaging techniques.**

### Introducción

La Medicina Forense utiliza los rayos X y tecnología de diagnóstico por imágenes para ayudar en la investigación y recopilación de pruebas para su uso en un tribunal de justicia, en los casos civiles y penales. A menudo

se utiliza para documentar las anomalías durante la autopsia. Sin embargo, el examen radiológico forense también se utiliza en pacientes vivos, particularmente en los casos de sospecha de maltrato infantil o violen-

cia doméstica y en pacientes con herida de bala.

El uso forense de la radiografía comienza a los pocos meses del descubrimiento de los rayos X por Roentgen en 1895. Una bala alojada en la pierna de una víctima fue localizada mediante rayos X y las imágenes obtenidas utilizadas con éxito en el posterior argumento de la acusación por intento de asesinato. A pesar del éxito de la radiología forense en este caso, hubo una considerable controversia en los tribunales de EE.UU. sobre la validez ante un tribunal de las imágenes radiográficas. Más de un juez se negó a admitir los rayos X como prueba: "Es como admitir la fotografía de un fantasma", y no fue hasta 1897 que se admitió como evidencia en un juicio como "fotografía tomada por medio de un nuevo descubrimiento científico"<sup>(1)</sup>. En este caso, que sentó precedente, los rayos X se introdujeron para argumentar un caso de negligencia, pero pronto se presentaron como prueba en una amplia variedad de casos, desde el asesinato a la falsificación<sup>(2)</sup>.

En la actualidad los nuevos procedimientos que se están aplicando en el medio forense requiere la participación de especialistas en imágenes médicas ya que las técnicas radiológicas se han vuelto más sofisticadas y no existe una formación específica o una especialidad de Radiología Forense para médicos o técnicos radiólogos. Para los forenses implicará formación especial, e igual para los radiólogos, pues estos últimos tiene un conocimiento amplio en interpretación de imágenes en pacientes vivos, pero en el tratamiento de cadáveres hay que tener en cuenta muchos otros aspectos. Por ello el poder disponer de las nuevas tecnologías (diagnóstico, rapidez, no invasivas y tratamiento de la información), de formación adecuada y de la infraestructura, que no existe de manera generalizada hoy en día, son cuestiones que deben ser resueltas antes de que estas técnicas puedan formar parte de la práctica habitual de la radiología forense.

### Radiología en las autopsias

La metodología de la autopsia clásica no ha sufrido ninguna transformación importante desde el siglo XIX. La práctica rutinaria de la autopsia se sigue basando predominantemente en los mismos protocolos que se han utilizado durante siglos. Las herramientas más usadas son el bisturí, la descripción verbal y la fotografía. Pero con la irrupción en la medicina forense de las nuevas herramientas de diagnóstico clínico, se están practicando las llamadas autopsias alternativas que consisten en el estudio del cadáver sin la necesidad de abrir el cuerpo. Esta nueva práctica se ha planteado por distintas razones, como la resistencia de los familiares a la realización de la autopsia

o por la aparición de enfermedades graves que pueden transmitirse durante la realización de una autopsia convencional a un cadáver infectado. Además este tipo de autopsias es especialmente útil para la investigación de cuerpos momificados que no pueden ser diseccionados. A estos procedimientos alternativos a la autopsia clásica se les ha llamado "opsias", como la ecopsia, endopsia o virtopsia<sup>(3)</sup>.

Aunque la aplicación de estos métodos de imagen para la documentación objetiva en la autopsia sigue siendo infrutilizada en medicina forense, no es el caso de la radiografía convencional, cuyo papel en la práctica forense de la autopsia está bien establecido y se aplica habitualmente para documentar fracturas, tipos de lesiones, lesiones ocultas, de cuerpos extraños y localización de fragmentos metálicos, así como para la identificación de restos humanos cuando los métodos convencionales como las huellas dactilares o el análisis de ADN no están disponibles o no se pueden utilizar<sup>(4)</sup> (imagen 1-2)<sup>(5-6)</sup>. Además, desde hace algunos años, al poder digitalizar las imágenes obtenidas, lo que permite la aplicación sobre las mismas de técnicas de análisis y tratamiento de imagen, se estudian también órganos y piezas aisladas. El médico forense evalúa las lesiones sufridas por el fallecido o los factores que produjeron la muerte determinando si ésta fue accidental o intencional, y en este aspecto es importante la radiología, tanto para comparar las imágenes con los estudios previos que se hubieran podido hacer en vida, como para determinar si la muerte fue intencional<sup>(7)</sup>.

Las técnicas de imagen empleadas en radiología forense son casi idénticas a las de la radiografía estándar, utilizándose un equipo portátil de rayos X. Los parámetros utilizados, el kilovoltaje, la intensidad y tiempo de disparo (mAs), depende de las estructuras a estudiar y su densidad radiológica, y teniendo en cuenta otros factores como la distancia del foco o uso de rejilla anti-difusora<sup>(4)</sup>.

El papel de la radiología en la autopsia se ha ampliado con los modernos métodos de imagen diagnóstica como la ecografía, TC y RM, que proporcionan datos reales de las estructuras internas corporales y cuya información puede ser almacenada en ficheros informáticos. Estos ficheros contienen, aparte de los datos que permiten reconstruir una región anatómica, información sobre muchos otros aspectos, como densidades, calibraciones, morfología o estructura molecular y mineral<sup>(8)</sup>.

El procedimiento de la ecopsia consiste en buscar y detectar, mediante un ecógrafo convencional y haciendo un barrido, alteraciones morfológicas de los distintos órganos con conocimiento previo de la historia clínica del paciente, y obtener muestras mediante punción y aspira-



Imagen 1-Portatil rayos X en sala de autopsia



Imagen 2- Las radiografías pueden ofrecer pistas sobre el tipo de arma utilizada. Por ejemplo, las municiones de alta velocidad dejan una imagen característica en la radiografía de pequeños fragmentos conocida como "lead snowstorm" o "tormenta de nieve de plomo".

do de las lesiones, líquidos y órganos afectados del cadáver, sobre los cuales se harán estudios citológicos, anatomopatológicos, microbiológicos, tóxicos, bioquímicos y genéticos. Permite estudiar la dirección, el trayecto y la profundidad de las lesiones por arma blanca, así como la trayectoria, la afectación de los órganos internos y la localización del proyectil en las lesiones.

Se usa un ecógrafo convencional y normalmente sondas sectoriales de 3,5MHz y 7,5MHz. Para guiar la obtención de muestras se usa un sistema de punción adaptado a las sondas por el que se introducen las diferentes agujas utilizadas en la ecopsia: La punción con aguja tru-cut 14 G

de 150 mm y la aspiración con aguja espinal acoplada a la jeringuilla o una aguja de Gallini<sup>(9)</sup>.

El término virtopsia fue creado a partir de los términos "virtual", del latín "virtus" (útil, eficaz y bueno) y "opsia" (vista). En el año 2000 se sugirió que los resultados de la correlación entre comparativas de los datos internos, extraídos en la autopsia manual, y de los externos, con la tomografía, eran positivos. Fue en Suiza, en los Institutos de Medicina Legal, Radiología Diagnóstica y Neurorradiología de la Universidad de Berna, donde se empezaron a hacer los estudios comparativos y donde la virtopsia se convirtió en una realidad<sup>(10)</sup>.

La virtopsia básicamente consiste en la documentación del volumen corporal y el análisis mediante TC, RM y micro-radiografía, y la documentación en 3D de la superficie corporal mediante fotogrametría forense y lectura óptica 3D (imagen3)<sup>(10)</sup>. El conjunto de datos resultante crea registros permanentes del cuerpo humano, de la superficie y del volumen interno con los que se pueden realizar todo tipo de tareas de análisis y procesamiento de imágenes de una forma no invasiva y no destructiva, permitiendo examinar una parte corporal de una manera muy precisa e interactiva, entre los distintos especialistas, aplicando sobre ella técnicas reconstructivas o mensurativas. Esta interactividad simplifica la labor y reduce el coste económico de estas prácticas<sup>(8)</sup>.

La documentación y el análisis de los hallazgos post-mortem con la TC y la RM y técnicas de post-procesamiento se traducirá en mejoras cualitativas en la investigación forense, el estudio de las lesiones y la causa de la muerte, ayudando a determinar si la muerte fue por causas naturales, accidente, suicidio u homicidio (imagen4-5)<sup>(11)</sup>.

Por ejemplo, una fractura craneal puede ser valorada de una manera muy precisa en sus detalles morfo-patológicos y puede generarse un modelo 3D con lo que se puede averiguar el mecanismo que produjo esa fractura. También en las lesiones de huesos largos, donde resulta de enorme utilidad este modelo 3D<sup>(2)</sup> (imagen 6)<sup>(11)</sup>.

La autopsia virtual o virtopsia lleva sólo unos años aplicándose y todavía está en desarrollo y hasta la fecha es una herramienta complementaria de la autopsia clásica. Es el equipo del Instituto de Medicina Forense de la Universidad de Berna el único que combina el escaneo de superficie con datos de TC y RM con angiografía y biopsia post-mortem. La angiografía post-mortem es posible introduciendo un contraste radio opaco a través de catéteres por un sistema de bombeo en la arteria femoral y/o vena femoral, visualizado con adquisición de imágenes en TC, para detectar patologías vasculares, también para una

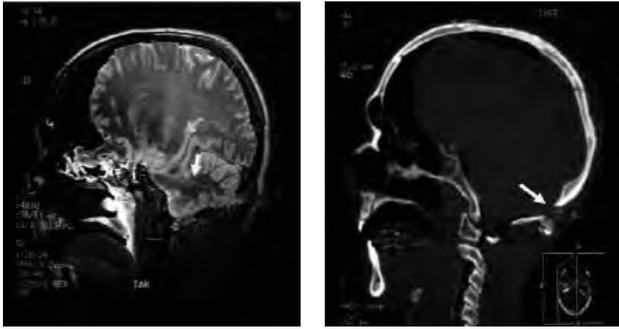


Imagen 3-Trayectoria bala en RM y en TC

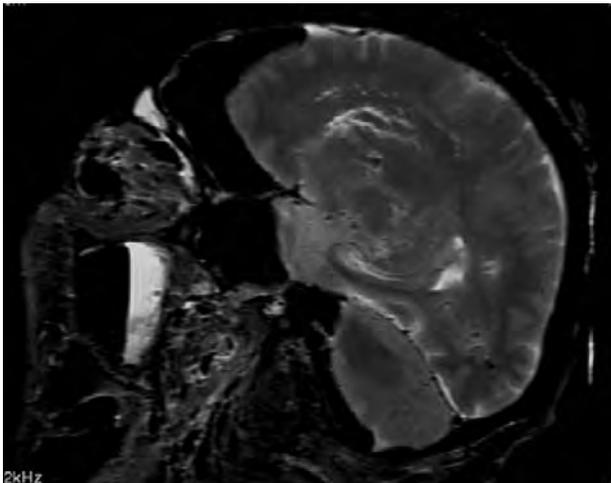


Imagen 4- RM de cerebro de un cuerpo que había estado bajo el agua más de un año, muestra las estructuras cerebrales cosa que sería imposible al hacer la autopsia ya que se vuelven indistinguibles al licuarse al abrir el cráneo.

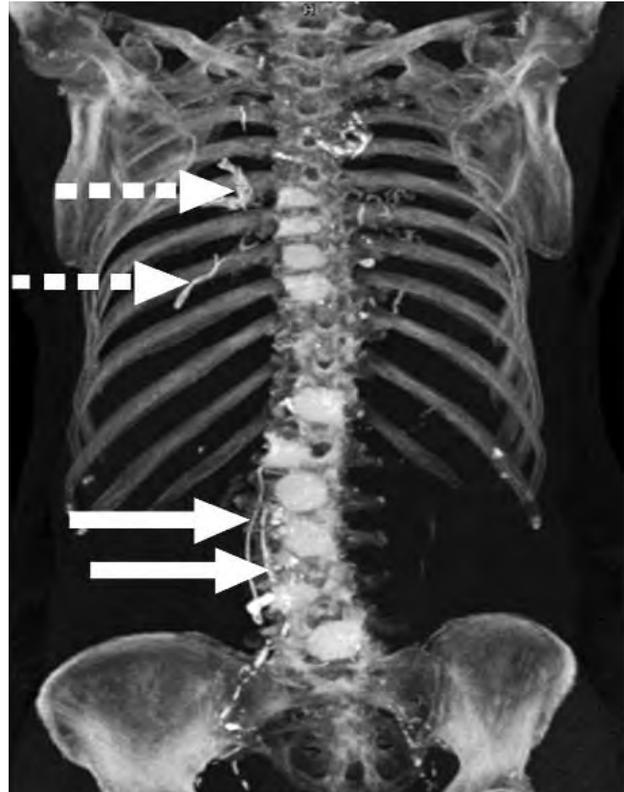


Imagen 5-El uso de imágenes post mortem para abordar las cuestiones médico-legales. La imagen MIP muestra vertebroplastia de cemento ortopédico en la vena cava inferior (flechas blancas) y las ramas de la arteria pulmonar (punteadas)



Imagen 6-Evaluación de la dirección del impacto, en un peatón atropellado por un coche. Imagen VR 3D, muestra las fracturas de tibia y peroné izquierdos, con una pieza en forma de cuña, flecha blanca. La base de la cuña indica la dirección de la fuerza que causó la fractura, flecha roja.

mejor visualización de lesiones en los órganos sólidos y localización precisa de la hemorragia. Además con la biopsia guiada por imagen se obtienen muestras de tejido para el análisis histológico, o de orina, bilis o la sangre para las investigaciones toxicológicas o de ADN (imagen 7-8)<sup>(10)</sup>.

### Identificación

El proceso de identificación se basa en la comparación física post-mortem con las características antes de la muerte. Marcadores anatómicos que incluyen huellas digitales, restauraciones dentales, radiografías, suturas quirúrgicas... que a menudo se puede comparar con la documentación ante-mortem.

Entre los métodos que utilizan la radiografía comparativa para la identificación, además de la TC con cuyos datos obtenidos de un cadáver es posible reconstruir cualquier proyección radiológica ante-mortem para su comparación, podemos destacar los registros dentales, superposiciones y comparación de senos frontales (imagen 9)<sup>(11)</sup>.

El método de identificación mediante radiología dental utiliza la superposición de imágenes osteo-dentales, con lo que determinar las discrepancias, los caracteres genéricos del individuo y características individuales, estudiando los dientes, hueso periodontal, restauraciones dentales y estructuras cráneo-faciales. La TC aporta, frente a la radiografía convencional, una imagen en 3D que permite tener una visión de la cavidad bucal que sería imposible tener sin utilizar una técnica invasiva con la consiguiente destrucción de tejidos y manteniendo, por tanto, los restos de los que se dispone íntegros e inalterados, dato, este último, de gran importancia desde el punto de vista forense. Incluso las imágenes panorámicas dentales que se pueden crear son comparables a las imágenes de la ortopantomografía. Además, el material de la restauración que se ha utilizado puede determinarse sobre la base de datos de TC post-mortem y correlacionarse con los registros dentales de las personas desaparecidas (12).

Las superposiciones fueron usadas por primera vez en 1935 para identificar restos esqueléticos en Escocia. Inicialmente la técnica incluía la superposición de una transparencia del cráneo sobre una fotografía ante-mortem del sujeto que ha sido re-escalada al tamaño correcto y tomada desde los mismos ángulos fotográficos que aquélla. El empleo de imagen digital procedente de técnicas radiológicas permite la corrección de paralaje pues es posible girar el modelo tridimensional o multiplanar en el sentido apropiado y superponerlo con la imagen problema. También es posible la realización de morfometrías comparativas entre los datos de la técnica de imagen y la

iconografía previa del sujeto<sup>(13)(8)</sup> (imagen 10)<sup>(14)</sup>.

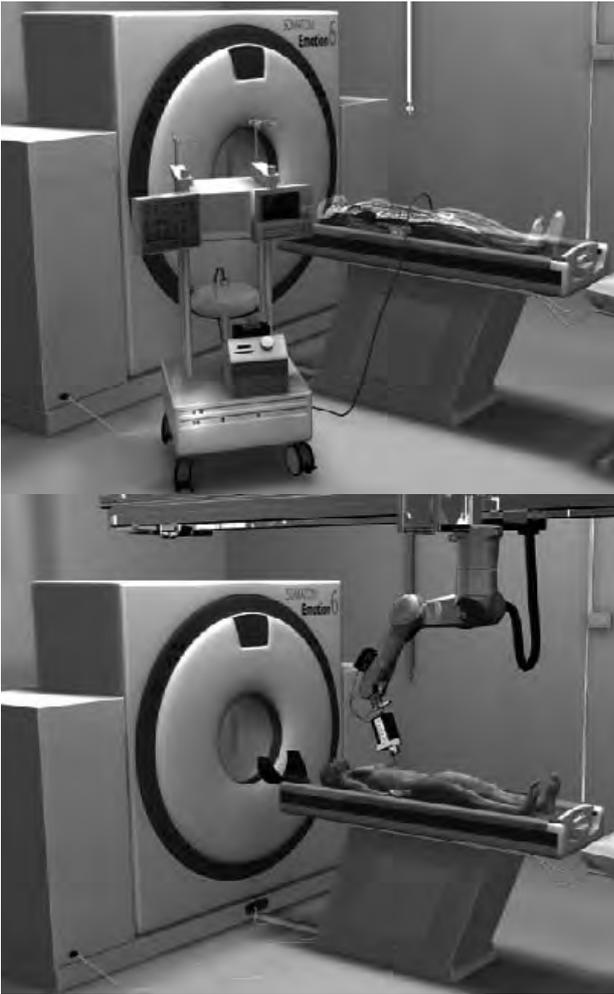
La comparación de senos frontales con radiografías de cráneo hechas en vida y las post-mortem también se utiliza en los casos de identificación ya que los senos frontales son variables en forma, tamaño y simetría y normalmente están más desarrollados en el hombre que en la mujer. Su principal característica individual se aprecia en la configuración del borde superior de las celdas. Cuando hay concordancia entre las radiografías en cuanto a la morfología y las medidas, la identificación puede considerarse positiva.

Para una adecuada identificación sería necesario que las radiografías post-mortem se hicieran siguiendo las mismas técnicas que las radiografías ante-mortem. Esto requiere que la distancia del tubo de rayos X al cráneo y el espacio entre éste y la placa tengan la misma distancia que en la radiografía clínica, ya que de otra forma, la divergencia del haz puede causar magnificación de los senos e impedirá que los ángulos sean comparables y concordantes. Los efectos de estos problemas pueden resolverse realizando tantas radiografías cadavéricas como sea necesario<sup>(15)</sup>.

### Valoración de lesiones en el maltrato infantil

El examen radiológico es la base para el diagnóstico de abuso físico en los niños porque existen lesiones que constituyen patrones de diagnóstico radiológico altamente específico de maltrato infantil y además, después de las cutáneas, las lesiones óseas son las más frecuentes y pueden tener cualquier localización. Una cuidadosa correlación de los hallazgos radiológicos observados con el mecanismo propuesto de la lesión y con el estado clínico del niño es fundamental en la evaluación de cualquier niño con sospecha de maltrato. Es el caso de las lesiones en los huesos largos, resultado de un golpe directo o por rotación al coger al niño por las extremidades, la fractura puede crear una lesión metafisaria muy específica que se conoce como de esquina o en asa de cubeta (imagen 11)<sup>(16)</sup>.

Para los bebés y niños menores de 2 años, se debe realizar un estudio óseo como prueba de detección inicial del abuso infantil, dado que por debajo de esta edad las fracturas metafisarias no suelen impedir caminar, gatear sin dolor, dificultar movimientos o provocar cojera. El estudio consiste en la adquisición de una serie de imágenes colimadas a cada región del cuerpo. La serie incluye AP y lateral de cráneo, AP y lateral de la columna vertebral, PA de tórax, AP de pelvis, e imágenes de las extremidades, incluyendo manos y pies. En los niños comprendidos en



*Imagen 7-8-Virtobot, máquina que combina el escaneo de superficie con datos de RM, TC, angiografía y biopsia post-mortem. Estas herramientas se colocan en el brazo robótico de forma automática. En la imagen de la izquierda, sistema de bombeo para introducir contraste en angiografía post-mortem, y en la de derecha con el dispositivo de biopsia.*



*Imagen 10-Superposición de imágenes usada por primera vez en 1935 para identificar unos restos esqueléticos.*



*Imagen 9- Identificaciones con TC de restos cadavéricos sin identificar. Cable helicoidal en el húmero izquierdo que representa una técnica poco común de osteosíntesis del húmero, en restos de un cadáver completamente quemado.*

edades de 2 y 5 años, deberán explorarse según orienten los datos clínicos, o si hay sospecha de maltrato, deberá hacerse un estudio óseo, y en los niños mayores de 5 años, estudios según hallazgos clínicos (en estas edades está demostrado que la exploración esquelética de cribado no tiene utilidad)<sup>(17)</sup> (imagen 12)<sup>(18)</sup>.

Entre las ventajas del estudio óseo con radiología convencional está su disponibilidad y el bajo coste económico en comparación con otras técnicas de imagen, y la alta sensibilidad para la mayoría de las fracturas agudas y una carga de radiación relativamente baja.

Otras pruebas de imagen diagnóstica como la gammagrafía ósea deberán llevarse a cabo para asegurar el diagnóstico o para demostrar cambios óseos tan solo unas horas después de la agresión y cuando aún estas no son visibles en la radiografía, así como para la detección de lesiones esqueléticas que pueden pasar desapercibidas en las radiografías y existan signos claros de malos tratos. O como en el caso del síndrome del bebé sacudido, término que se usa para definir los casos de traumatismo intracraneal grave ocurrido en ausencia de signos externos de traumatismo craneoencefálico. Se produce como consecuencia de sujetar al bebé por el tórax y sacudirlo, un mecanismo de aceleración-desaceleración de la cabeza que pueden producir fracturas de las costillas, hemorragias intracraneales y lesiones oculares. Las hemorragias retinianas están presentes en el 80% de los casos, y su presencia puede hacer sospechar la existencia de este síndrome ante la ausencia de cualquier otra causa. La radiografía simple puede poner en evidencia desde los primeros instantes, los signos ocultos de un traumatismo en un lactante maltratado, como la fractura de alguno de los huesos del cráneo, o de otras partes del cuerpo, como pueden ser las vértebras o las costillas. Otras pruebas de imagen diagnóstica como ecografía transfontanelar, TC y RM pueden detectar la presencia de pequeñas hemorragias subdurales que en el transcurso de unos días pueden hacerse mayores provocando una importante compresión de los hemisferios cerebrales o significativo aumento del tamaño de los ventrículos laterales<sup>(19)</sup> (imagen13)<sup>(16)</sup>.

### Tráfico de drogas

El transporte de drogas ilegales, habitualmente, cocaína o heroína, en el interior del organismo, representa una problemática médico-legal en claro aumento en las últimas décadas. Se transportan en envases, normalmente de látex en la que se envuelve la droga, para ser escondidos en el recto o vagina (body-stuffers), o tubo digestivo (body-packer). Las rupturas de estos paquetes pueden ocasionar complicaciones clínicas y, en los casos más graves, incluso la muerte<sup>(20)</sup>.

La situación más habitual es la de un paciente que ha ingerido paquetes de droga y que transporta, en general, mediante un vuelo transoceánico. Es detenido a su llegada al aeropuerto por tráfico ilegal de droga y remitido a un hospital para evaluación. El método más utilizado para el diagnóstico es una radiografía simple de abdomen. En el caso de los body-packers esta técnica tiene una sensibilidad del 90% por lo que en ocasiones puede dar falsos negativos, por ello, si la sospecha clínica es alta y la radiología convencional es negativa, puede optarse por una radiología con contraste yodado administrada por vía oral (la sensibilidad aumenta al 96%) o a un TC abdominal, aunque ni siquiera esta técnica está exenta de falsos negativos en el caso de body-stuffers. En la radiografías habitualmente se observan múltiples cuerpos radio-opacos, bien definidos, densos y homogéneos, ovoides o cilíndricos y rodeados por una imagen radiolúcida ("signo del doble cordón"), originada por el aire atrapado entre las capas del envoltorio. Ocasionalmente se identifica otra imagen radiotransparente en continuidad con los paquetes ("signo de la roseta"), motivada por el aire aprisionado en la zona del anudado<sup>(21)</sup> (imagen14-15)<sup>(22)</sup>.

### Estimación forense de la edad

La Ley de Enjuiciamiento Criminal en su artículo 375, establece que "en los casos en los que no se pueda acreditar la edad del procesado mediante inscripción de nacimiento ni partida bautismal, se suplirá el documento por informe que a cerca de la edad del procesado dieren los médicos forenses o los nombrados por el Juez". A efectos penales, las edades de interés diagnóstico médico forense serían: los 14 años, por debajo de los cuales cualquier persona es inimputable, los 18 años, por debajo de los cuales serían de aplicación las medidas previstas en la Ley del Menor, y los 21 años, por debajo de los cuales la ley contempla una reducción de la imputabilidad<sup>(23)</sup>.

Esta cuestión, actualmente, se resuelve mediante pruebas médicas, siendo los Médicos Forenses los encargados de informar sobre esta cuestión a los Juzgados de Guardia y Fiscalías de Menores que solicitan estas pruebas. Existen protocolos específicos para estimar la mayoría o minoría de edad penal mediante exámenes antropométricos y pruebas radiográficas. Éstas consisten en el examen radiográfico de la mano izquierda, estudio de maduración dental mediante ortopantomografía y la osificación del cartílago costal de la clavícula en relación con edad igual o superior a 21 años (otros autores proponen lo mismo para la 1ª costilla)<sup>(24)</sup>.

Para determinar la edad ósea es necesario estudiar una región que comprenda muchos huesos, así como observar

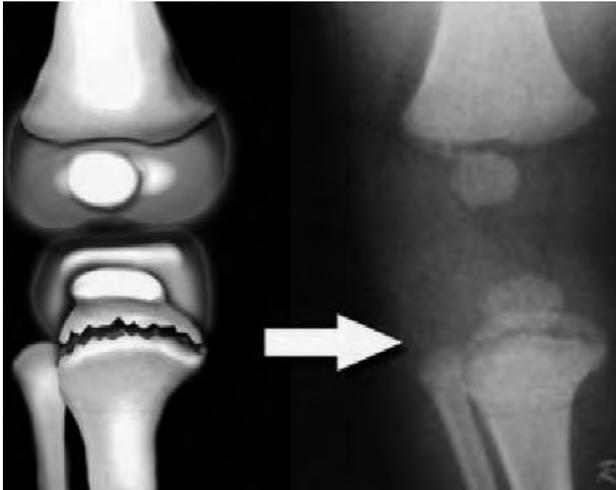


Imagen 11-Fractura en "asa de cubeta", asociada a maltrato infantil. Esta lesión en la que se forma un arco a lo largo del borde proximal de la metáfisis, la formación de hueso nuevo provoca un aspecto engrosado con aspecto de asa.



Imagen 13- Síndrome del bebé sacudido. RM muestra hematoma subdural

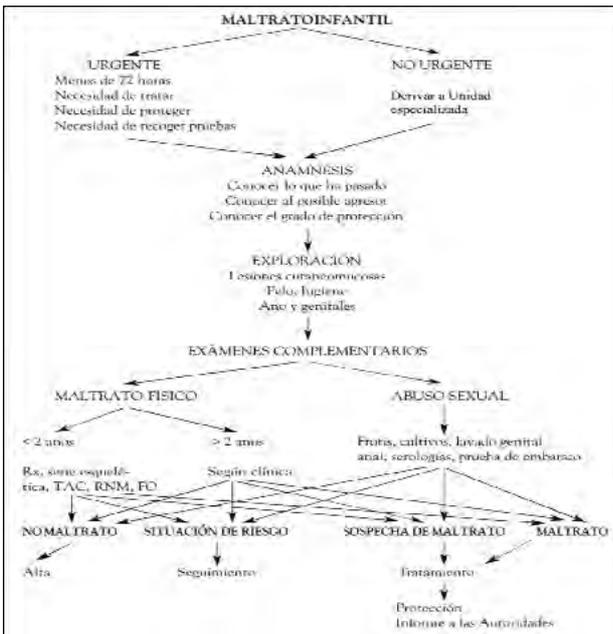


Imagen 12- protocolo de actuación en urgencias de asociación española de pediatría.

los patrones de osificación, cuya calcificación sucesiva se prolonga desde el nacimiento a lo largo de la infancia y de la adolescencia y presentan un patrón de cambio en tamaño y forma por lo que se les puede identificar y describir con base en radiografías. Los patrones de osificación se dan de manera ideal a nivel de las manos, ya que de los 30 huesos que componen cada miembro superior, 29 están involucrados en su radiografía: diáfisis, epífisis y extremo distal de cúbito y radio, 8 carpianos, 5 metacarpianos y 14 falanges.

La selección de la mano izquierda para la realización de las radiografías y el estudio se debe a que es una convención antropométrica realizar las mediciones en el lado izquierdo del cuerpo (acuerdo internacional alcanzado en Mónaco y Ginebra en los años 1906 y 1912) y en una sola mano para reducir la radiación recibida a la mitad. Además, ya que los diestros son mayoría entre la

población, el lado derecho es el más susceptible para sufrir modificaciones de origen ambiental derivadas de traumatismos y de las modificaciones hipertróficas por el mayor uso<sup>(25)</sup>.

Existen distintos métodos de valoración, el más conocido y utilizado es el de Greulich y Pyle (GP) (1950) para la mano y muñeca, basado en la valoración de la edad ósea de una radiografía PA de la mano y muñeca izquierdas, que se compara con las imágenes de muestra de pacientes de diferentes edades y de ambos sexos presentes en el atlas creado por dichos autores. La valoración tiene en cuenta la presencia y la morfología de la epífisis de los metacarpianos, de las falanges y de los huesos del carpo. Para cada sitio se establece una serie de fases de osificación reconocibles. Se observan y comparan los centros de osificación hasta localizar el estándar que más se aproxime a la radiografía. Las etapas alcanzadas por los diferentes lugares se promedian para obtener un grado general de osificación, que es una medida de la madurez esquelética del niño.

El método de Tanner y Whitehouse (TW2) (1962) propone un sistema de indicadores de maduración para cada núcleo de osificación, y se les asigna una puntuación a cada uno de los estadios evolutivos según el sexo. La suma de las puntuaciones nos dará la maduración ósea. Los autores identificaron por medio de radiografías las fases de desarrollo presentes en todos los individuos, debido a los cambios que tienen lugar en la forma y densidad de los márgenes de cada hueso y centro de osificación durante el desarrollo hasta la edad adulta. Las series de referencia aparecen en el atlas TW2 y representan cada una un estadio de maduración y contienen un texto con descripciones morfológicas, en las que se incluyen tanto las variaciones importantes como los requerimientos que una morfología determinada debe cumplir para ser estimada. La imagen de referencia que más se parece a la de la radiografía problema es entonces elegida, y se le asigna la puntuación correspondiente. Una vez que han sido analizados todos los huesos y recogidas todas las puntuaciones asignadas, la suma total de las mismas proporciona una cifra que es trasladada a las tablas de conversión, de las que se obtienen la edad esquelética correspondiente<sup>(26)</sup> (imagen16)<sup>(27)</sup>.

El proceso de maduración dentaria se correlaciona con diferentes estadios morfológicos de mineralización que se pueden observar radiográficamente. Primero se evalúa el estadio de desarrollo de cada uno de los dientes a partir de registros radiográficos, preferiblemente la radiografía panorámica u ortopantomografía y a continuación, el estadio de desarrollo se relaciona con la edad correspon-

diente al mismo, derivada del estudio de una muestra de edad conocida. La valoración se fundamenta en un sistema de puntuación. Se adjudica a cada diente una puntuación según su fase de desarrollo. La suma de los diferentes puntos da el valor de madurez, que se puede convertir directamente en la edad ósea con ayuda de unas tablas convencionales. Cuanto menor sea la suma de puntos, menor será la edad dental y viceversa. La escala de puntuación del grado de mineralización depende del tipo de diente y del sexo del paciente<sup>(23,25)</sup>.

Una prueba complementaria que también utiliza la radiografía para la estimación de la edad es el estudio radiográfico de la primera costilla así como la osificación de la extremidad esternal de la clavícula mediante una PA de tórax para establecer si el sujeto a estudiar tiene una edad superior o igual a 21 años ya que distintos estudios han permitido establecer 5 estadios de clasificación cada uno de los cuales permite identificar una edad por debajo de la cual nunca aparece un determinado grado de osificación. Dichos estudios completan, en caso necesario, la determinación de la edad del sujeto en edad penal.



Imagen 14-15-Paquetes de droga envueltos en varias capas de láminas de látex y film transparente para alterar la densidad y limitar el riesgo de detección. Paquetes en colon descendente

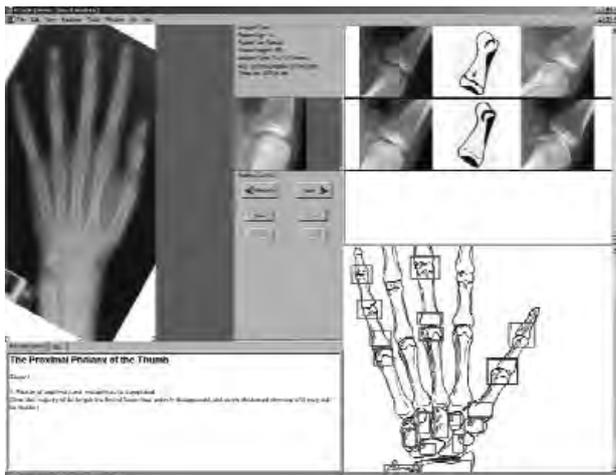


Imagen 16- Software basado en el método de Tanner y Whitehouse

### Bibliografía

- (1) Brogdon BG, Lichtenstein JE. Chapter 2: Forensic Radiology in Historical Perspective. In: Brogdon BG. Forensic Radiology. Boca Raton, Fla: CRC Press; 1998:18-32.
- (2) Lois Romans. University of Michigan Hospitals. Forensic Radiology. [www.cewebsource.com/coursePDFs/forensicRadiology.pdf](http://www.cewebsource.com/coursePDFs/forensicRadiology.pdf)
- (3) Benjamín García Espinosa, especialista en Medicina Legal y Forense. Generalidades sobre autopsias. <http://rea.uninet.edu>
- (4) T. Kahana, J. Hiss. Forensic radiology. The British Journal of Radiology, 1999. <http://bjr.birjournals.or/cgi/reprint/72/854/129.pdf>
- (5) International Forensic Imaging Weekend at University College Dublin, Ireland. <http://www.inforce.org.uk/news/news%20and%20press%20interest/article/42/>
- (6) Anthony J. Wilson. Gunshot Injuries: What Does a Radiologist Need to Know? September 1999 RadioGraphics, 19, 1358-1368. <http://radiographics.rsna.org/content/19/5/1358.full>
- (7) Richard Dirnhofer, Christian Jackowski, Peter Vock, Kimberlee Potter, Michael J. Thali. Virtopsy: Minimally Invasive, Imaging-guided Virtual Autopsy. [radiographics.rsna.org/content/26/5/1305.full](http://radiographics.rsna.org/content/26/5/1305.full)
- (8) J. Aso, JV. Martínez-Quiñones, J. Aso-Vizán, J. Pons, R. Arregui y S. Baena. Virtopsia. Aplicaciones de un nuevo método de inspección corporal no invasiva en ciencias forenses. [http://scielo.isciii.es/scielo.php?pid=S1135-76062005000200001&script=sci\\_arttext](http://scielo.isciii.es/scielo.php?pid=S1135-76062005000200001&script=sci_arttext)
- (9) Juliana Fariña, María de la Concepción Millana. Servicio de Anatomía Patológica II. Hospital Clínico San Carlos, Madrid. [www.uninet.edu/conganat/IIICVHAP/conferencias/008/Mtdolgia.doc](http://www.uninet.edu/conganat/IIICVHAP/conferencias/008/Mtdolgia.doc)
- (10) Virtopsy. Institute of Forensic Medicine at the University of Bern/Switzerland. [www.virtopsy.com/](http://www.virtopsy.com/)
- (11) Richard Dirnhofer, Christian Jackowski, Peter Vock, Kimberlee Potter, Michael J. Thali. VIRTOPSY: Minimally Invasive, Imaging-guided Virtual Autopsy. September 2006 RadioGraphics, 26, 1305-1333. <http://radiographics.rsna.org/content/26/5/1305.full.pdf+html>
- (12) María del Mar Robledo Acinas. Métodos de imagen en odontología forense. <http://www.gacetadental.com/noticia/6056/.html>
- (13) I. Alemán, MC. Botella, F. Navarro, Ó. Córdón, S. Damas y J. Santamaría. Identificación humana mediante superposición de imágenes. Una propuesta metodológica. Cuadernos de medicina forense n.53-54 Sevilla jul.-oct. 2008. [http://scielo.isciii.es/scielo.php?pid=S1135-76062008000300011&script=sci\\_arttext](http://scielo.isciii.es/scielo.php?pid=S1135-76062008000300011&script=sci_arttext)

- (14) National Library of Medicine. Nacional Institute of Health. [http://www.nlm.nih.gov/news/press\\_releases/visibleproofphotos.html](http://www.nlm.nih.gov/news/press_releases/visibleproofphotos.html)
- (15) J. Lamas, R. Vega y J. González. Identificación personal mediante el estudio de los senos frontales. A propósito de un caso. Cuadernos de Medicina Forense oct. 2008. [dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=291223](http://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=291223)
- (16) Simon Robben. Diagnostic Imaging in Child Abuse. Radiology Departement of the Maastricht University Hospital in the Netherlands. <http://www.radiologyassistant.nl/en/43c63c41ef792>
- (17) I. Gómez de Terreros, I. Serrano Urbano y MC. Martínez Martín. Diagnóstico por la imagen de los malos tratos infantiles. Cuadernos de medicina forense n.43-44 Sevilla ene.-abr. 2006. [scielo.isciii.es/pdf/cmfn43-44/02.pdf](http://scielo.isciii.es/pdf/cmfn43-44/02.pdf)
- (18) Jordi Pou i Fernández. Hospital San Joan de Déu, Barcelona. Maltrato infantil, Actuación en urgencias. [www.fundacionenpantalla.org/protocolos/.../protocolo\\_esp\\_urgencias\(barcelona\).pdf](http://www.fundacionenpantalla.org/protocolos/.../protocolo_esp_urgencias(barcelona).pdf)
- (19) M. Rufo Campos. El síndrome del niño sacudido. Shaken baby síndrome. Cuadernos de medicina forense n.43-44 Sevilla ene.-abr. 2006. [http://scielo.isciii.es/scielo.php?pid=S1135-76062006000100004&script=sci\\_arttext](http://scielo.isciii.es/scielo.php?pid=S1135-76062006000100004&script=sci_arttext)
- (20) Andrés Marco Antonio Laliga. Los síndromes de los body-packers y de los body-stuffers. Actitudes éticas y clínico-terapéuticas ante los transportadores corporales de drogas ilegales. [www.nexusediciones.com/pdf/ee2002\\_2/s-4-2-005.pdf](http://www.nexusediciones.com/pdf/ee2002_2/s-4-2-005.pdf)
- (21) M. Cardona, E. Montori, S. Nogué. Body-packer de cocaína: falso negativo de una exploración radiológica. Revista de Toxicología, año/vol. 23, número 2-3. Asociación Española de Toxicología 2006. <http://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=2290687>
- (22) S. Kumar, A. Deena, S.N. Raj & M.A. Kukkady: Diagnostic Radiographic Findings in Body Packers: A study of 15 Cases in Kuwait. The Internet Journal of Radiology. 2007 Volume 6 Number 2. <http://www.ispub.com/ostia/index.php?xmlFilePath=journals/tjra/vol6n2/smugglers.xml>
- (23) José L. Prieto Carrero. EL estudio dental aplicado a la estimación de la minoría de edad. Laboratorio de Antropología y Odontología Forense. Instituto Anatómico Forense de Madrid. [www.justizia.net/docuteca/Documentos/1882estudi dental.pdf](http://www.justizia.net/docuteca/Documentos/1882estudi dental.pdf)
- (24) Estimación forense de la edad. [somec.socket.es/pdf/edad.pdf](http://somec.socket.es/pdf/edad.pdf)
- (25) Rafael Mª. Bañón González. El estudio de la edad ósea en el carpo y en otras regiones anatómicas aplicado a la estimación de minoría de edad. Jornadas sobre determinación forense de la edad en menores indocumentados. [www.justizia.net/docuteca/Documentos/1881estudio.pdf](http://www.justizia.net/docuteca/Documentos/1881estudio.pdf)
- (26) Concetto Spampinato. University of Catania. Skeletal bone age assessment. [homepages.inf.ed.ac.uk/rbf/.../SKELETALBONEAGEASSESSMENT.pdf](http://homepages.inf.ed.ac.uk/rbf/.../SKELETALBONEAGEASSESSMENT.pdf)
- (27) Bram van Ginneken. Computerized bone age estimation. Image Sciences Institute. <http://www.isi.uu.nl/Research/Gallery/Hand/>