

Revisión bibliográfica sobre la radiología aplicada a las ciencias forenses

Belkis Zulay Castaño Antolínez

Director:

Nelson Ricardo Ávila

Universidad Nacional Abierta y a Distancia-UNAD

Escuela de Ciencias de la Salud-ECISA

Tecnología en Radiología e Imágenes Diagnósticas

Diplomado en Radiología Forense

2023

Agradecimientos

A Dios que me da la vida y permite hacer realidad mis proyectos.

A mi familia que me han apoyado incondicionalmente brindándome confianza y ayuda para conseguir mis metas.

Al director del proyecto, Nelson Ricardo Ávila por su tiempo y orientación a lo largo del desarrollo de este proyecto.

En general a todos los docentes del Programa Tecnología en Radiología e Imágenes Diagnósticas y la Universidad Nacional Abierta y a Distancia- UNAD.

Resumen

La radiología forense es importante para el estudio y análisis de cadáveres, su aplicación incluye lesiones personales, violencia intrafamiliar, maltrato infantil, violencia de pareja, estimación de la edad, tráfico de drogas, etc. Fundamentándose en la información adquirida de las técnicas y de los métodos de imágenes diagnósticas como lo son la tomografía computarizada (TC), la Resonancia Magnética (RM) y la ecografía utilizada actualmente en las autopsias. Este método ecográfico es identificado como virtopsia y ecopsia, y su técnica está dejando en alto las investigaciones forenses al ser un método no invasivo y no destructivo.

La Virtopsia, ha llegado para quedarse y para hacer que la Radiología Forense se convierta en una herramienta importante ayudando a que las distintas evaluaciones y detalles obtenidos en las investigaciones de las autopsias arrojen resultados más confiables y precisos sobre los distintos casos estudiados, los cuales pueden develar casos de maltrato en adultos, niños, mujeres, fracturas y heridas provocadas las cuales fueron tan contundentes que provocaron el deceso de los individuos.

Palabra clave: Radiología forense, ecopsia, virtopsia.

Abstract

Forensic radiology is important for the study and analysis of corpses, its application includes personal injuries, intrafamily violence, child abuse, intimate partner violence, age estimation, drug trafficking, etc. Based on the information acquired from diagnostic imaging techniques and methods such as computed tomography (CT), Magnetic Resonance (MR) and ultrasound currently used in autopsies. This ultrasound method is identified as virtopsy and ecopsy, and its technique is leaving forensic investigations high as it is a non-invasive and non-destructive method.

Virtopsy is here to stay and to make Forensic Radiology become an important tool, helping the different evaluations and details obtained in autopsy investigations to yield more reliable and precise results on the different cases studied, which can reveal cases of abuse in adults, children, women, fractures, and injuries caused which were so forceful that they caused the death of individuals.

Key words: Forensic radiology, ecopsy, virtopsy.

Tabla de Contenido

Introducción	9
Objetivos.....	10
Objetivo General.....	10
Objetivos Específicos.....	10
Marco Referencial.....	11
Marco Teórico.....	11
Radiología forense.....	11
Principales herramientas en Virtopsia.....	11
Técnicas de virtopsia.....	12
Técnicas de proceso.....	13
Técnicas de análisis.....	13
Balística forense.....	14
Antecedentes.....	14
Metodología de la Investigación.....	17
Estudio de Caso 1 – Reconocimiento de Conceptos Previos.....	18
Edad Radiográfica.....	18
Tiempo de Muerte.....	20
Manera y Causa de Muerte.....	20

	6
Método de Identificación.....	20
Forma de Garantizar la Cadena de Custodia.....	21
Fenómenos Cadavéricos.....	22
Estudio de Caso 2. Bioseguridad en la Toma de Imágenes Diagnósticas.....	23
Imágenes Diagnósticas – Proyecciones.....	23
A Nivel de Tórax.....	23
A nivel de Abdomen.....	27
Ventajas del Par Radiológico.....	31
Bioseguridad en los Procedimientos.....	32
Estudio de Caso 3. Métodos de identificación.....	34
Métodos de Identificación.....	34
Pertinencia de la Cremación.....	36
Estudios Radiológicos en Accidentes de Tránsito.....	36
Causa, Mecanismo y Manera de Muerte.....	36
Tipos de Lesiones Oseas Esperadas.....	37
Humanización.....	37
Dignidad del Paciente.....	37
Radiología Forense – Casos de aplicación.....	38
Estudio de Caso 4. Carta Dental.....	39
Método de Identificación.....	39

Carta Dental.....	39
Elementos de una Radiografía Panorámica Dental.....	41
Estudio de Caso 5. Integración de Conceptos.....	42
Radio Lúcido y Radiopaco.....	42
Balística.....	43
Clasificación de la balística.....	43
Anatomía de Tórax en Par Radiológico.....	45
Ventajas de la Radiología sobre la Resonancia Magnética.....	45
Conclusión del Caso.....	45
Conclusiones.....	47
Referencias.....	48

Lista de Figuras

Figura 1 Radiografía de carpograma para el caso 1	19
Figura 2 Fenómenos Cadavéricos	22
Figura 3 Rx de Tórax AP en decúbito supino	24
Figura 4 Rx de Tórax PA	25
Figura 5 Rx de Tórax lateral	25
Figura 6 Rx de abdomen AP.....	26
Figura 7 Rx de Tórax normal, con neumotórax y hemotórax	27
Figura 8 Rx de Tórax lateral	27
Figura 9 Rx de abdomen en decúbito supino	28
Figura 10 Rx de abdomen lateral en decúbito dorsal.....	29
Figura 11 Rx AP y lateral de abdomen	30
Figura 12 Métodos de identificación	34
Figura 13 Carta dental del caso 4.....	40
Figura 14 Panorámica dental	41
Figura 15 Radio lúcido y radiopaco en una imagen radiográfica de abdomen simple	43
Figura 16 Balística interior	43
Figura 17 Balística exterior, trayectoria.....	44
Figura 18 Balística terminal o de efectos.....	44
Figura 19 Anatomía de tórax en el par radiológico	46

Introducción

Las imágenes diagnósticas tienen la capacidad de producir representaciones de las estructuras y procesos que ocurren dentro del cuerpo de una manera no invasiva. Por esta razón su apoyo cobra una importancia relevante en la determinación de un diagnóstico médico. En el campo de la criminalística forense, el gran avance tecnológico de la radiología es aprovechado para finalizar en corto tiempo las investigaciones que implican procesos complejos de identificación de un cadáver, sobre todo en los casos en que se encuentra en mal estado debido a su condición, ya sea quemado, descuartizado, en descomposición, sumergido bajo el agua o cuando solo se cuenta con restos óseos.

Con ayuda de la radiología se pueden determinar los elementos que han producido la muerte o encontrar grandes indicios para aclarar lo sucedido en un caso, apoyados por el conocimiento de los fenómenos cadavéricos, la balística y la identificación de la anatomía mostrada por una radiografía, que permiten determinar el tiempo, la manera, el mecanismo y la causa de muerte.

En este trabajo se agrupan los conocimientos generales necesarios en el ejercicio de la radiología forense, utilizando la estrategia del estudio de casos reales en los que se aplica cada una de estas habilidades. Los temas tratados incluyen los métodos de identificación como la dactiloscopia, la carta dental, el carpograma, o las pruebas de ADN; los procedimientos de bioseguridad en la toma de imágenes radiológicas y la lectura de estas; la descripción de los fenómenos cadavéricos y la balística, enfocados a la labor de esclarecer hechos delictivos.

Objetivos

Objetivo General

Realizar una revisión bibliográfica sobre la Virtopsia como herramienta esencial en los distintos procesos que se llevan a cabo en medicina Legal para esclarecer la identidad de un cadáver.

Objetivos Específicos

Reconocer las normas que rigen en Colombia para el desarrollo de la virtopsia, para que, apoyados en estudios radiológicos con medidas de bioseguridad, siguiendo la normatividad legal interna y teniendo en cuenta los Derechos Internacionales no se llegue a incurrir en alguna violación a los Derechos Humanos.

Estudiar los diferentes métodos de identificación disponibles y la efectividad de su aplicación en casos de estudio variados.

Enumerar los principales fenómenos cadavéricos que se pueden presentar, caracterizando su aparición de tal manera que sirvan como herramienta para identificar tiempo, manera, causa y mecanismo de muerte.

Analizar el tipo de lesiones que se pueden presentar en accidentes de tránsito, mediante qué técnica de ayuda diagnóstica se pueden identificar, aclarando de manera conceptual la probable manera, causa y mecanismo de muerte de este. Adicionalmente investigar la clasificación de las fracturas.

Identificar claramente las diferentes estructuras entre radiolúcido y radiopaco para poder interpretar correctamente una imagen radiológica y determinar un diagnóstico claro.

Marco Referencial

Marco Teórico

Radiología forense

Según Medicina Forense la radiología forense es la rama de la medicina que relaciona la radiología con el derecho, y está íntimamente conectada con la antropología. Es muy importante el aporte y el valor documental de las radiografías como prueba objetiva y atemporal al momento de realizar la autopsia (2022).

Las ciencias forenses en algunos países han evolucionado mediante la implementación tecnológica de métodos avanzados para la realización de autopsias: uno de ellos es la autopsia virtual, un procedimiento no invasivo en el cual se muestran imágenes en tres dimensiones mediante un escaneo general del cuerpo por medio de tomografías computarizadas, radiologías, resonancias magnéticas entre otros elementos tecnológicos (Jackowski, *et al.*, 2005).

Principales herramientas en Virtopsia

Tomografía computarizada (TC). En el proyecto Virtopsia®, la TCM es la herramienta más utilizada. El Instituto de Medicina Legal en Berna posee un escáner detector de seis filas (Emotion 6, Siemens Medical Systems, Erlangen, Alemania), por lo tanto, este tipo de imágenes de corte transversal hace parte de la rutina diaria en Berna. En la actualidad, más de 200 casos han sido sometidos a una TCM antes de la autopsia y estos resultados fueron comparados con los resultados de la autopsia realizada por patólogos forenses y radiólogos certificados, de acuerdo a los parámetros del Instituto de Patología de las Fuerzas Armadas (Woodward, 2005).

Detección y demostración de fracturas. De acuerdo con Jackowski *et al.* (2005) análogo a la radiología clínica, el diagnóstico de una fractura se puede realizar en las imágenes de corte transversal. La forma y el patrón de una fractura son extremadamente importantes en

medicina forense, ya que pueden dar pistas sobre el origen de un trauma. En cuanto a una reconstrucción en 3D, esta puede ser muy útil para saber de qué lado se produjo el impacto para ocasionar la fractura. También es posible obtener información adicional sobre el instrumento que causó la lesión.

Detección de cuerpos extraños. El metal es fácilmente detectado y localizado en un cuerpo, porque este posee una mayor absorción de rayos X en comparación con el hueso y el tejido blando. En medicina forense, este hecho es útil por múltiples razones. En los casos de disparos, una evaluación por TCM puede mostrarlos proyectiles que quedan en el cuerpo. Para la reconstrucción de homicidios y suicidios, una localización exacta de las balas es de gran ayuda. Sin embargo, algunas veces estos hallazgos son difíciles de encontrar con una autopsia tradicional, especialmente si la bala se ha desintegrado en el interior del cuerpo (Jackowski, *et al.*, 2005).

Detección de aire. En la autopsia tradicional, la búsqueda de una embolia por aire o un neumotórax es bastante difícil. En este último caso, se tiene que hacer una “ventana pleural”, removiendo la piel y apartando los músculos intercostales del tórax. Si los pulmones pasan a estar al nivel de las costillas, un neumotórax puede ser descartado. El procedimiento para confirmar una embolia aérea es aún más complicado. Con el uso de TCM post-mortem, el gas puede ser detectado fácilmente, debido a que este no absorbe los rayos X. Por lo tanto, un neumotórax puede ser localizado fácilmente, un embolismo aéreo puede ser detectado y hasta cuantificado usando TCM post-mortem (Jackowski *et al.*, 2004).

Técnicas de virtopsia

Según Aso (2006) la virtopsia no es sino el resultado, en el cadáver o en el vivo, de procedimientos de API con una finalidad forense. Las técnicas de API pueden definirse como el

conjunto de procedimientos de índole manipulativo o mensurativo que se aplican sobre una imagen digital con una finalidad científica. Estos procedimientos han sido utilizados en Tanatología, Patología y Traumatología Forenses. La virtopsia usa las técnicas de API sobre imagen digital procedente de dispositivos radiológicos de imagen (principalmente TC y RNM).

Técnicas de proceso

Se trata de operaciones de índole eminentemente manipulativo, destinadas a modificar alguna de las características de la imagen con diferente finalidad, que puede ir desde la mejora de su calidad, hasta el realce de detalles poco visibles o la detección de elementos apenas visibles u ocultos al ojo humano. Estos procesos pueden incluir:

Magnificación

Filtrado

Detección de bordes

Manipulación de paletas

Sustracción de fondos y de imágenes

Reconstrucción

Interacción de píxeles (división, multiplicación, suma, resta, etc.)

Manipulación matemática de píxeles (mediante operaciones aritméticas o funciones)

Segmentación

Otros.

Técnicas de análisis

Se trata de operaciones de índole mensurativo efectuadas sobre una imagen, y de cuyos resultados pretendemos obtener información acerca de algunas de las características del objeto u objetos a que corresponde dicha imagen. Aquí priman los cálculos como elemento principal de lo

analizado. No utilizamos funciones para manipular la imagen (esto sería más bien un proceso) sino que pretendemos obtener datos numéricos del objeto al que pertenece la imagen a través del análisis de ésta. Permitiendo, así, medir su tamaño, su forma, su perímetro, el número de objetos determinados, su densidad óptica, su color, la distancia entre objetos o formas, ángulos, trayectorias, etc. Las técnicas podrán, así, incluir la:

Morfometría

Densitometría

Reconstrucciones tridimensionales

Otros procesos (contaje, colorimetría, etc.)

En la virtopsia pueden emplearse cualquiera de estas técnicas, tanto de análisis como de proceso. La ventaja es que podemos hacerlo interactivamente y sin alterar el modelo, que quedará siempre a nuestra disposición para continuar el análisis interactivo (Aso, 2.006).

Balística forense

La balística forense se encarga de estudiar los fenómenos que ocurren dentro de un arma de fuego al ser accionada, junto a su trayectoria y los efectos producidos en el objetivo. En este sentido se reconocen tres ramas de la balística según su área de estudio: la balística de interiores que estudia todos los fenómenos ocurridos dentro del arma al ser disparada, la balística exterior que estudia el comportamiento de la bala en la atmósfera (desde que abandona el cañón del arma hasta llegar al objetivo), y la balística terminal o de efectos que se encarga de estudiar el proyectil desde que impacta en el objetivo hasta que se detiene (Díaz *et al.*, 2006)

Antecedentes

Leitón (2005) llevó a cabo la investigación denominada “La radiología en la medicina legal de Costa Rica” cuya finalidad fue proveer al lector de una visión teórico-práctica acerca del

tema de las imágenes médicas y su aplicación dentro del contexto médico legal costarricense. Se estableció que el Departamento de Medicina Legal de Costa Rica es considerado como uno de los mejores servicios tanto en infraestructura como en equipamiento humano y material, debido a que posee servicios como el de la Unidad de Radiología, allí también se concluye que los niveles de tecnología han avanzado vertiginosamente en los últimos años y le han permitido a la radiología convertirse en una herramienta fundamental en el diagnóstico de diversas patologías.

Gisbert, et al., (2020) realizaron el estudio de “Radiología de Interés Forense” que permitió concluir que la aplicación de la radiología en las investigaciones forenses en Medicina y Antropología ha representado un gran avance dentro de los diferentes estudios en materia de lesión o muerte violenta, donde las imágenes de radiología se constituyen en prueba fundamental para demostrar objetivamente hallazgos, coadyuvando en el esclarecimiento de hechos criminales, convirtiendo a la valoración de daño corporal, la autopsia y el estudio esquelético en exámenes más científicos y confiables, cercanos a la virtopsia.

Najar (2015) hizo el estudio “Virtopsia, Radiología en medicina forense” donde describe y menciona las indicaciones de las herramientas más frecuentemente utilizadas en la medicina forense, a saber: tomografía computarizada multicorte, resonancia magnética, fotogrametría y el escaneo de superficie en 3D. Este estudio determinó que el desarrollo y la aplicación de herramientas adicionales como la biopsia y la angiografía post-mortem darán lugar a una autopsia mínimamente invasiva que la cual tiene el potencial de, en algunos casos, reemplazar a la autopsia tradicional.

Montes, et al., (2013) realizaron el estudio “Aplicaciones de la radiología convencional en el campo de la medicina forense” cuyo objetivo fue dar a conocer al lector las aplicaciones más importantes de la radiología en el campo forense por medio de ilustraciones obtenidas en

casos medicolegales del Instituto Nacional de Medicina Legal y Ciencias Forenses y de académicos del Hospital Universitario de San Ignacio. Este estudio permitió evidenciar la importancia y el gran campo de aplicación de la radiología.

García, et al., (2019) llevaron a cabo la revisión “Virtopsia. Su pertinencia como herramienta de apoyo judicial en Colombia” con la finalidad de buscar información acerca de la pertinencia de la autopsia virtual como herramienta de apoyo para ser aplicada en Colombia estableciendo que una de las ventajas de la virtopsia es que se respeta la integridad del cuerpo, al tiempo que se conserva el organismo en mejores condiciones, permitiendo realizar posteriores análisis las veces que una investigación lo requiera.

Monsalve (2020) desarrolló el “Análisis de conceptos y teorías de radiología forense” que buscaba aplicar los conocimientos adquiridos durante el diplomado de radiología forense en la resolución de un caso clínico concluyendo que la tecnología en imagen aplicada a la radiología forense es de gran ayuda para encontrar las causas de muerte, identificación de aspectos antropomórficos y señales particulares que pueden llegar a convertirse en señas fehacientes.

Metodología de la Investigación

La finalidad del presente trabajo es asimilar los conceptos de la virtopsia relacionados con la identificación, los fenómenos cadavéricos, la bioseguridad, la humanización, la balística y la radiología forense. Para esto se llevó a cabo una investigación documental de tipo evaluativa realizada en dos fases: la primera dedicada a la investigación y asimilación de los conceptos generales necesarios y la segunda correspondiente a la aplicación de dichos conceptos a situaciones reales donde se deben aplicar dichos conocimientos. Como fuentes de información se incluyen libros, artículos y medios audiovisuales.

Estudio de Caso 1 – Reconocimiento de Conceptos Previos

Ingresa a la morgue, embalado, rotulado y con su debida cadena de custodia, cadáver de un menor de edad, quien de acuerdo con el acta de inspección fue encontrado por una tía, quien refiere que lo dejaban solo durante el día, cuando sus padres se iban a trabajar en su residencia, fue encontrado en sumersión completa en la alberca de la casa. Al momento de la necropsia se aprecia cadáver de menor de edad, de contextura delgada, con sus prendas puestas adecuadamente, con un peso de 15kg, con una talla de 1.05cm, livideces dorsales violáceas que desaparecen a la digitopresión, rigidez completa, con múltiples cicatrices en región dorsal, glútea y extremidades inferiores, con hematomas de diferentes colores, que indican diferentes tiempos de evolución en región abdominal, dorsal, glútea y extremidades inferiores. Al examen interno se aprecian hematomas en músculos lumbares y paravertebrales, con presencia de líquido en tráquea y presencia de salida de sangre roja espumosa al corte de los pulmones.

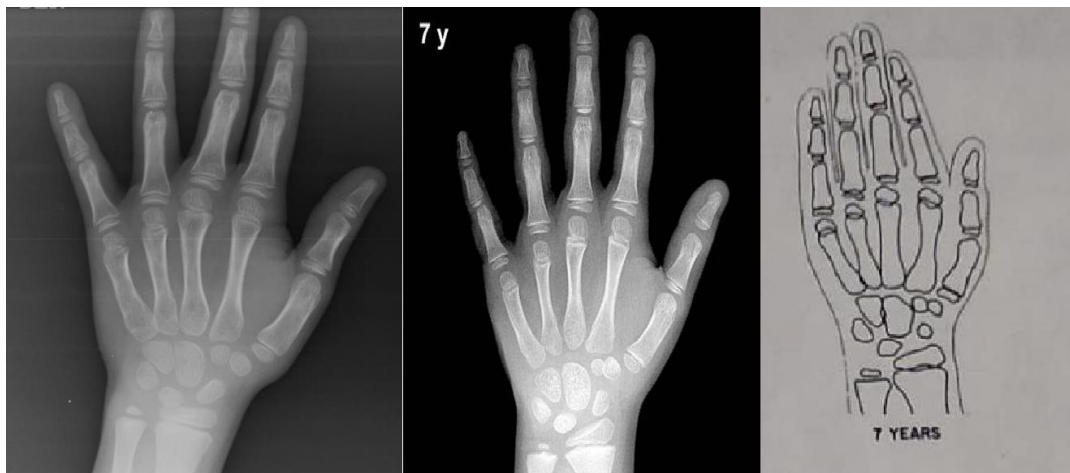
Edad Radiográfica

En la Figura 1 se muestra la radiografía de carpograma tomada con el fin de identificar la posible edad radiográfica junto a las referencias del carpograma para una edad de 7 años tomada de Ratib & Gilsanz (2005). Teniendo en cuenta que durante la infancia es posible determina la edad en base principalmente a la presencia o ausencia de osificación del hueso grande, el ganchoso y la epífisis distal del radio. El hueso grande suele aparecer ligeramente anterior al ganchoso, y tiene un centro de osificación más grande y una forma más redonda, la epífisis radial distal aparece más tarde.

Las evaluaciones de la edad ósea son basadas principalmente en el grado de diferencia en el ancho entre los más pequeños epífisis y las metáfisis más grandes en las falanges distal y media.

Figura 1

Radiografía de carpograma para el caso 1



Fuente: Ratib & Gilsanz (2005)

La posible edad de los menores se observa mediante radiografía de carpograma. Por ello, se puede determinar que, en función del grosor y tamaño de la epífisis y la metáfisis adyacente, la edad del cadáver estudiado es de alrededor de 7 años. Sin embargo, a juzgar por la información de peso y talla de los núcleos de crecimiento, el cadáver se encontró en estado de desnutrición, y el peso y la talla correspondían a un niño de 4 a 5 años.

La edad se ha determinado mediante una técnica radiográfica denominada carpograma. Para huesos largos como radio y cúbito, utilizamos radiología para analizar sus epífisis. Resumiendo, para determinar la edad, hay 3 centros de crecimiento: diáfisis, es decir, el área en el medio de los huesos, epífisis proximal y distal, y metáfisis que serán la zona donde se ubica el cartílago hialino, esto permite el crecimiento horizontal en la misma área en la unión de la epífisis y la diáfisis.

Tiempo de Muerte

En decúbito supino las manchas aparecerán de localización dorsal, esta acumulación se comienza a producir en el momento en el que el corazón deja de bombear la sangre, lo que posibilita el hundimiento de las células sanguíneas más pesadas en el plasma debido a la acción de la gravedad. Entre el momento de la muerte y hasta las 12 horas, las livideces cadavéricas desaparecen a la dígito-presión, es decir, cuando se presiona una zona donde aparecen estas manchas queda la forma del dedo con un parche pálido.

Para identificar el tiempo de muerte tomamos como referencia las características del paciente: livideces dorsales violáceas que desaparecen a la digito presión, rigidez completa. La rigidez del cuerpo es completa entre las 8 y las 12, pero en este caso, estamos hablando de un niño que también es abusado y desnutrido, y no podemos emparejarlo con desarrollo físico normal, en este caso habrá rigidez de fuerza temprana peso ligero y corta vida. Se concluye que este cadáver tiene un tiempo de muerte estimado entre las 6 y 8 horas.

Manera y Causa de Muerte

Según la autopsia, se puede concluir que cuando el cuerpo se sumerge en la piscina de la casa, cuando se encuentra líquido en la tráquea, el cuerpo morirá por asfixia o asfixia mecánica, por lo que se ve obligado a inhalar. Vía de muerte: Violenta homicida.

La penetración de líquidos puede causar dificultad para respirar o falta de aire, movimientos respiratorios descoordinados y convulsiones. Finalmente, la respiración se detiene y se desarrolla una hipoxia cerebral irreversible (Romero, 2007).

Método de Identificación

Se realiza mediante un método de identificación indiciaria, podemos saber con certeza que el cadáver fue descubierto por la tía. Sin embargo, la tecnología de identificación es la huella

dactilar o la comparación de huellas dactilares. Las características descritas por los familiares son muy importantes o personas cerca de la víctima (descripción morfológica), altura, peso, edad y signos físicos especiales (características singulares altamente determinadas, como amputación, deformidad, tatuajes, lunares, verrugas, etc.) características naturales (Cruz Cuéllar, 2019). luego de recolectar estos datos, realizar el respectivo transporte para realizar la entrega del cadáver, y siendo un cadáver fresco de acuerdo con los hallazgos en la necropsia. Hay que tener en cuenta que, si el R.X. forense sobre métodos de identificación el menor tiene los siete años cumplidos, es posible que tenga tarjeta de identidad lo cual facilitaría al momento de identificación ya que se realizaría una identificación de manera fehaciente por cotejo dactiloscópico, la carta dental y el ADN.

Forma de Garantizar la Cadena de Custodia

La cadena de custodia asigna identificación, proporcionada a través de la Descripción Detallada de EMP o EF, y garantiza que es la misma que el artículo recolectado. La integridad es el principio que asegura que un EMP o EF conserve sus propiedades físicas, biológicas y químicas sin realizar cambios hasta que llegue al experto que lo analizará. Ninguna interferencia interfiere con el empaque de EMP o EF para garantizar que no sea alterado, reemplazado o perdido. La continuidad (registro) asegura que cada persona en algún momento ya tenga el EMP y que el EF en mano esté registrado para garantizar los principios anteriores, es decir, si el EMP se modifica en cualquier momento, la persona responsable puede ser objeto de una investigación (Cruz Cuéllar, 2019).

Fenómenos Cadavéricos

Los fenómenos cadavéricos característicos se resumen en la Figura 2 en forma de mapa mental.

Figura 2

Fenómenos Cadavéricos



Estudio de Caso 2. Bioseguridad en la Toma de Imágenes Diagnósticas

Durante el procedimiento de necropsia de un cuerpo de sexo masculino de aproximadamente 24 años, quien se encontraba con prendas de uso femenino y quien presentaba cinco orificios por proyectil de arma de fuego de carga única a nivel del tórax, teniendo en cuenta lo anterior el perito solicita a usted como tecnólogo en radiología e imágenes diagnósticas la toma de rayos equis (Rx).

Imágenes Diagnósticas – Proyecciones

Las proyecciones útiles para adquirir imágenes diagnósticas a nivel de tórax y abdomen dependen de las necesidades de observación de cada caso. En general, se recomiendan en cada caso las siguientes:

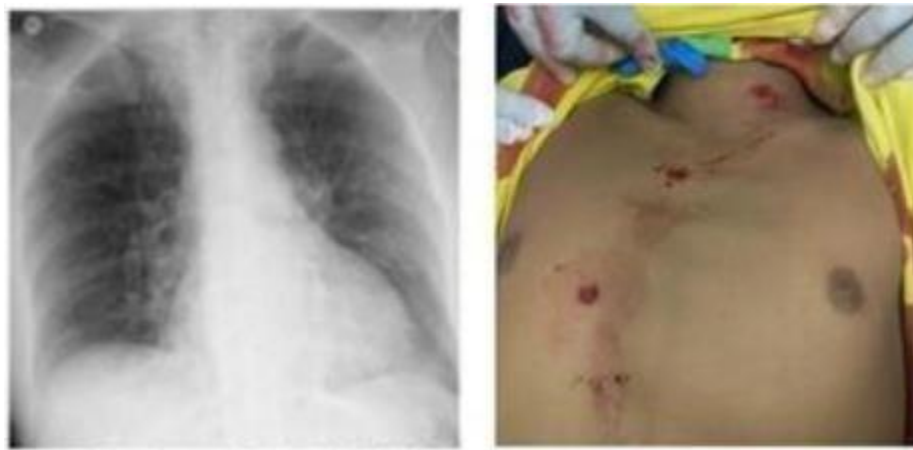
A Nivel de Tórax

Según el caso se le sugeriría tomar rayos x de AP y lateral de tórax donde se deben mostrar ápices pulmonares, ángulos costos y cardio frénicos; también se puede observar el parénquima pulmonar, el corazón y los vasos sanguíneos. Se puede buscar posibles derrames pleurales (hemotórax o neumotórax), si existen cuerpos extraños, en este caso las balas, y si se encuentran en el cuerpo o salieron.

Además, es importante resaltar en este caso que cuando hablamos de armas de carga única, es necesario determinar el calibre del proyectil para identificar el arma con el que fue impactado: pistola, revolver, fusil, entre otros. Al cambiar la técnica (más alto) se puede observar si hay fracturas de huesos debido al impacto del proyectil (esternón, arcos costales o de la columna dorsal).

Figura 3

Rx de Tórax AP en decúbito supino

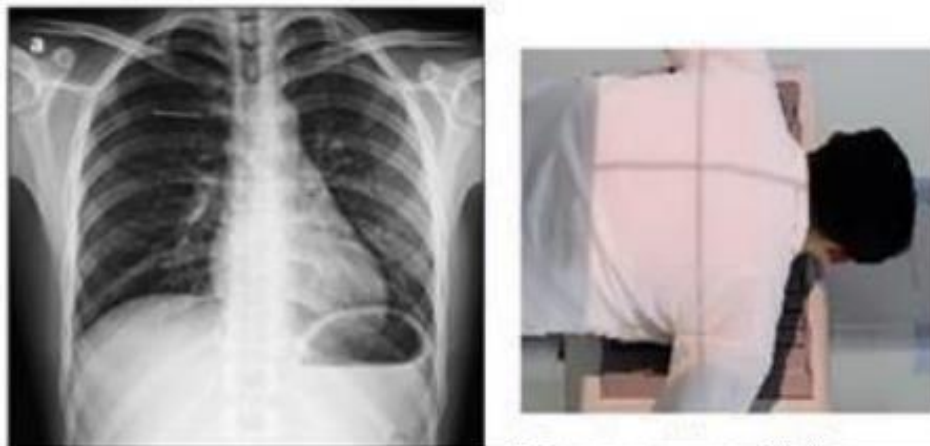


Fuente: Díaz (2021)

Criterios de evaluación

Proyección AP de Tórax (anterior posterior): Chasis de 14 x 17; rayo central horizontal sobre la sexta vertebra torácica, distancia de 180cm del tubo; cuerpo ubicado centrado en el plano sagital, en decúbito supino, borde superior a 3 o 5cm por encima de los hombros y que incluya los ángulos costo frénicos.

Proyección PA de Tórax (Postero anterior): Chasis de 14 x 17; rayo central horizontal a nivel de T6, una distancia de 180cm del tubo; cuerpo ubicado en el plano sagital medio, borde superior del chasis de 3 a 5cm por encima de los hombros y que cubra los ángulos costo frénicos, las manos sobre la cadera flexionando los codos hacia la parte anterior del cuerpo, hombros hacia adelante para despejar los ápices pulmonares.

Figura 4*Rx de Tórax PA*

Fuente: Díaz (2021)

Proyección Lat. de Tórax (lateral): Chasis de 14 x 17; cuerpo ubicado en el plano sagital medio del tórax, borde superior debe estar de 3 a 5cm por encima de los hombros y que cubra los ángulos costo frénicos. Brazos sobre cabeza para despejar ápices pulmonares. • **Proyección de Abdomen AP (anteroposterior):** Chasis de 14x1.

Figura 5*Rx de Tórax lateral*

Fuente: Díaz (2021)

Proyección de Abdomen AP (anteroposterior): Chasis de 14x17; cuerpo ubicado de cubito supino, centrado en la mesa, las piernas extendidas y brazos se ubican hacia arriba en la cabeza, o alejados del tronco del cuerpo, en la imagen se debe incluir desde los ángulos costo frénicos hasta la sínfisis púbica.

Figura 6

Rx de abdomen AP



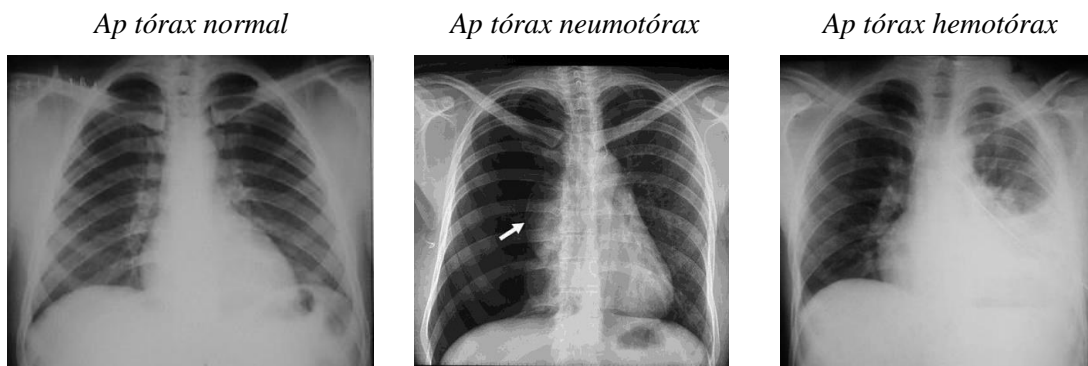
Fuente: Díaz (2021)

Neumotórax y Hemotórax

En el caso de heridas penetrantes en el área del tórax es posible que se presente alguna de estas dos condiciones: neumotórax o hemotórax. El neumotórax se caracteriza por la presencia de aire en el espacio pleural que causa el colapso del pulmón, afectando la mecánica respiratoria y hemodinámica del paciente. Por su parte, el hemotórax es la acumulación de sangre en el espacio pleural (Pun, 2003). En una radiografía de tórax se puede diferenciar el neumotórax de hemotórax como se muestra en la Figura 7

Figura 7

Rx de Tórax normal, con neumotórax y hemotórax



Fuente: Pun (2003)

A nivel de Abdomen

En el estudio de abdomen se debe tomar una proyección AP con el paciente en decúbito supino, en el caso de un cadáver se tomaría en AP en decúbito supino buscando posibles traumas o cuerpos extraños como proyectiles. En el caso de existir proyectiles se le realizaría una proyección lateral con el rayo horizontal.

Figura 8

Rx de Tórax lateral



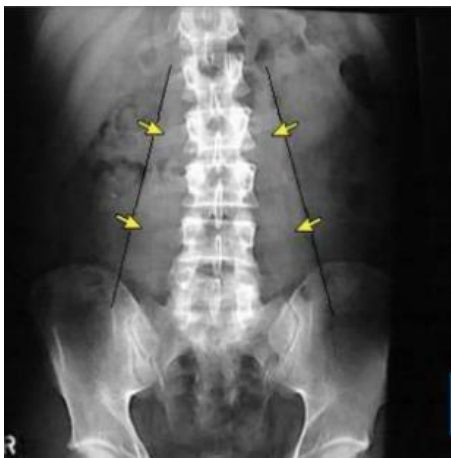
Fuente: Merrill (2010)

Criterios de Evaluación

Abdomen en decúbito supino. Se marca el área desde el abdomen superior hasta el borde superior de la sínfisis del pubis, la pelvis, la columna lumbar y las últimas costillas deben verse sin rotación, se deben observar los músculos psoas.

Figura 9

Rx de abdomen en decúbito supino



Fuente: Merrill (2010)

Chasis: con las recomendaciones anteriormente dichas, se utiliza el mismo chasis 14X17 en posición vertical a nivel abdominal, desde las apófisis xifoides hasta crestas iliacas

Distancia: Foco – receptor de imagen 1 mt

Técnica: La técnica empleada para abdomen es de +/- un KV de 66y un más de 30

Rejilla: No se cuenta con rejilla, se toma directamente sobre el chasis.

Posición: cuerpo en decúbito supino, mantenemos los brazos sobre la cabeza por si se debe realizar una lateral de abdomen llegado el caso existan cuerpos extraños.

Rayo Central: Perpendicular a la línea media y centrado al receptor de imagen

se debe visualizar desde la sínfisis púbica a él abdomen superior

Columna vertebral centrada

Igual distancia entre los bordes de la radiografía a ambos lados de las costillas, la pelvis y la cadera

Espinas ciáticas simétricas (indica ausencia de rotación)

Alas iliacas simétricas (indica ausencia de rotación)

Abdomen lateral en decúbito dorsal

Figura 10

Rx de abdomen lateral en decúbito dorsal



Fuente: Merrill (2010)

Chasis: Con las recomendaciones anteriormente dichas, se utiliza el mismo chasis 14X17 en posición horizontal a nivel abdominal, desde las apófisis xifoides hasta crestas iliacas.

Distancia: Foco – receptor de imagen 1 mt

Técnica: La técnica empleada para abdomen es de +/- un KV de 95 y un mA de 200

Rejilla: No se cuenta con rejilla, se toma directamente sobre el chasis.

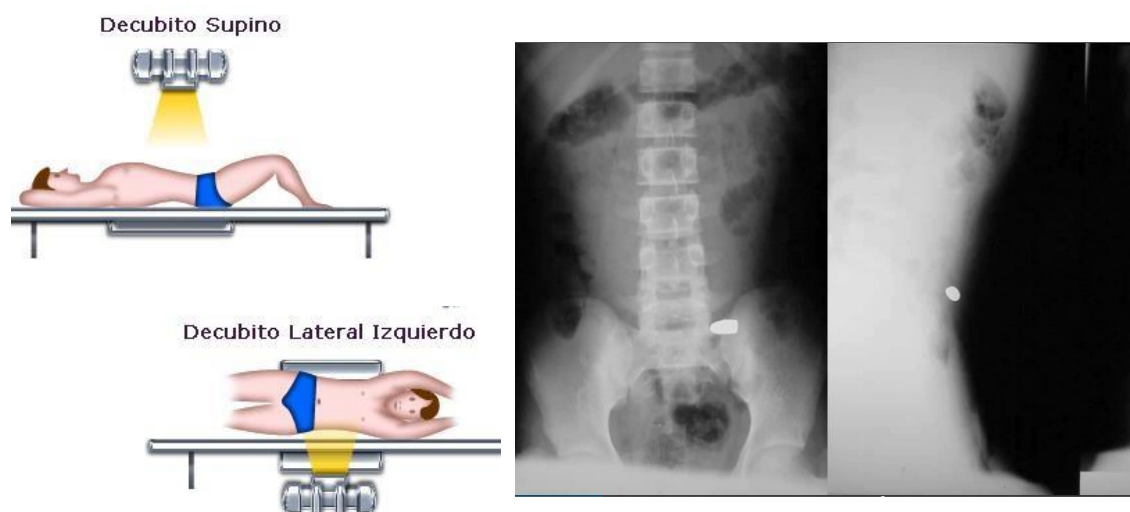
Posición: Cuerpo en decúbito supino, mantenemos los brazos sobre la cabeza y el R.I a un costado derecho o izquierdo.

Rayo central: Horizontal y perpendicular a la línea media y centrado al receptor de imagen penetrando en el plano coronal medio 5 cm por encima del nivel de las crestas ilíacas.

Criterios de evaluación: El diafragma inmóvil, el contenido abdominal visible por medio de los tonos grises de las partes blandas. El paciente elevado de manera que se visualice todo el abdomen.

Figura 11

Rx AP y lateral de abdomen



Fuente: Rodríguez, H. (2014)

La proyección en decúbito supino brinda la información precisa para identificar en qué lugar quedó alojada la bala y los órganos afectados, y la lateral permite visualizar la profundidad del impacto de la bala como se muestra en la Figura 11. Permite la visualización completa del diafragma:

Abdomen anterior: todas las vísceras intrabdominales: yeyuno, íleon, colon, hígado, bazo, mesenterio y estómago.

Toraco - abdominal: diafragma, órganos torácicos y abdominales.

Lumbar o abdominal posterior: riñones, uréteres, páncreas, duodeno, grandes vasos abdominales, cara posterior de colon ascendente y descendente.

Pélvica: recto, vejiga, uréteres distales, uretra, órganos genitales, arterias y venas ilíacas y sus ramas

Ventajas del Par Radiológico

Las ventajas que ofrece el par radiológico es realizar 2 placas, de las cuales se obtienen unas imágenes que al complementarse generan una imagen en 3D, que permiten realizar un mejor análisis del caso de homicidio por arma de fuego, determinando el orificio de entrada del proyectil, su trayectoria y lugar de salida, o si aún se alojan dentro del cuerpo, y por ende, poder definir los daños provocados por su paso.

Como técnica de investigación, el par radiológico también ofrece ventajas en la exactitud a la hora de dar un diagnóstico, en la posibilidad de observar distintas estructuras desde todos los ángulos, en la calidad en las imágenes gracias a que día a día la ciencia y la tecnología avanza a pasos agigantados y cada vez existen equipos con mejor resolución, evitando el mal gasto de radiación gracias a que trabajan a gran velocidad, no es necesario tener tanto tiempo un cuerpo en la realización del estudio. Además, evita abrir o mutilar un cuerpo para realizar un análisis anatómico profundo para poder determinar las causas o respuesta a los interrogantes que surgen alrededor de una muerte violenta.

Bioseguridad en los Procedimientos

En este caso puntual, las normas de seguridad juegan un papel muy importante, pues cuando tratamos cualquier cuerpo vivo o muerto debemos protegernos de no contagiarnos con los distintos fluidos corporales, ejemplo, el caso actual, la víctima vestía prendas femeninas, lo cual nos deja un interrogante sobre su estado de salud anterior a su muerte, o el estilo de vida que pudiere llevar la persona; es decir, puede tratarse de una persona homosexual, o travesti y que al pertenecer a éstos grupos de inclinación sexual por su mismo sexo o en algunos casos mixto puede haber contraído o entrado en contacto con personas con distintas enfermedades de transmisión sexual, como sida, sífilis, entre otras.

Dentro de los implementos de protección personal están los guantes, gafas, caretas, batas, tapabocas, uniformes anti fluidos, zapatos cerrados etc. Es importante realizar lavado de manos constante, cambio de guantes, tapabocas, no se debe llevar ningún elemento a la boca o las distintas mucosas, se debe evitar tocar la cara. Por otra parte, la desinfección de equipos e implementos en la atención entre los distintos cuerpos con los que se está en contacto, sin importar si son seres vivos o sin vida. Todo esto con el fin de proteger la propia integridad, y la de las personas con las cuales existe un contacto cercano, más aún si se ha manipulado químicos y/o medicamentos especiales.

Existen protocolos de bioseguridad para la exposición a los Rx como, por ejemplo, estar expuesto el menor tiempo a la radiación cuando es de vital importancia estar dentro de la sala, en el caso de tomar estudio de Rx, al dar el disparo de Rx, se debe esperar un tiempo prudencial de 5 a 10 segundos antes de ingresar a la sala, portar siempre el dosímetro el cual registra el grado de radiación recibido para tener un mejor control. También existe un blindaje que consta de elementos de protección personal plomados, como: chalecos, guantes, lentes, las paredes, puertas

y vidrios que rodean las salas de Rx, el plomo evita que la radiación traspase las fronteras y pueda afectar negativamente, actúa como un blindaje que ayuda a disminuir la radiación

Estudio de Caso 3. Métodos de identificación

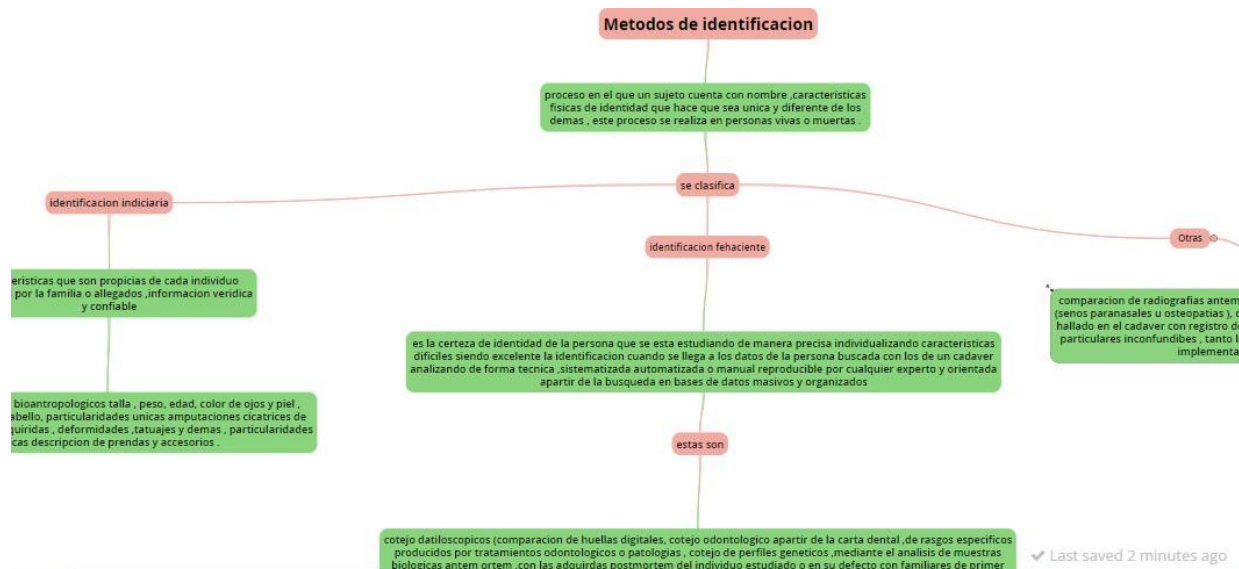
Cadáver de sexo masculino con una edad estimada entre 70 y 75 años, quien se encontraba en un asilo de ancianos bajo custodia del estado, nunca fue cedulado ni se conoce identificación plena, no se conoce familia, ingresa a procedimiento de necropsia para establecer manera y causa de muerte e identificación del mismo.

Métodos de Identificación

En el cuadro conceptual que se ve en la Figura 12 se observan los métodos de identificación disponibles.

Figura 12

Métodos de identificación



Nota: Métodos de identificación <https://www.goconqr.com/en/mindmap/36354391/metodos-de-identificacion>

Para el caso descrito se aplicarían los siguientes métodos de identificación: Como el individuo no tiene identificación ante la registraduría nacional el primer método en utilizar sería el de identificación indiciaria dando cumplimiento a comprobar las características individualizantes dadas por las personas que lo conocieron en el asilo, se debe indagar si durante su estancia en ese lugar se le realizaron procedimientos radiográficos que permitan comprobar a través de un cotejo odontológico la veracidad del fallecido. Por otro lado, y luego de agotar estos recursos se debe realizar el proceso de identificación post mortem para posteriores reclamos, en tal caso que aparezca algún familiar.

Estudio de características físicas mediante técnica indiciaria: Este procedimiento descriptivo se debe realizar con el fin de recopilar rasgos particulares incluyendo el sexo, el ancestro racial, el peso, la estatura, la edad y la piel para así poder orientar la investigación.

Estudio fotográfico: Es el juego mínimo de fotografías requeridas para la identificación visual del cadáver, lo que servirá de apoyo para la investigación.

Individualización mediante la identificación fehaciente: Necrodactilia, perfil genético, carta dentaria. La necrodactilia es la técnica que liderará este caso, ya que es la más confiable, económica y rápida de los métodos fehacientes. Esta técnica se basa en el análisis de las crestas papilares del pulpejo de los dedos, la palma de las manos y la palma de los pies, enfatizando en las formas variables que los surcos inter papilares configuran. Este método cuenta con el respaldo del sistema AFIS (Automatic Fingerprints Identification System o sistema automatizado de identificación de huellas dactilares).

A este método lo fundamentan dos principios: Las huellas dactilares son únicas y una vez alcanzado el desarrollo fetal no cambian a lo largo de la vida. Para el establecimiento de la

identidad, se debe establecer la coincidencia entre la Necrodactilia tomada del cadáver que se está analizando y los dactilogramas que se han registrado ante mortem.

Pertinencia de la Cremación

En este caso no es pertinente usar la cremación del cadáver, porque aunque en la resolución 1447 de 2009, artículo 39 ordena cremar un cadáver pasada las 24 horas, esta decisión debe efectuarse solo en los casos en donde la muerte de la persona “sea objeto de investigación y este se encuentre plenamente identificado y cuando exista previamente una autorización escrita del funcionario que este encargado de la respectiva investigación, o de la autoridad competente” (Resolución número 1447 de 2009) y según lo descrito en este caso la persona nunca fue cedulaado, ni se conoce identificación plena y tampoco se conoce familia; por lo tanto una decisión de cremación no sería tomada en cuenta y se convertiría en un mal procedimiento.

Estudios Radiológicos en Accidentes de Tránsito

Mujer de aproximadamente 65 años, encontrada en vía pública, quien ingresa a la morgue debidamente embalada rotulada y con su respectiva cadena de custodia. Al abrir el embalaje, el perito encuentra al examen externo hematoma peri orbitario bilateral, múltiples abrasiones y escoriaciones de predominio dorso lateral izquierdo en región toracoabdominal izquierda que se extiende hasta el muslo izquierdo también se aprecia deformidad a nivel del tercio medio del muslo izquierdo.

Causa, Mecanismo y Manera de Muerte

De acuerdo con la información dada:

Causa. Según las condiciones, el deceso pudo ser causado por hemorragia intracerebral debido al trauma craneo encefálico.

Mecanismo. El presente caso de estudio sugiere un politraumatismo en accidente de tránsito ocasionando trauma abdominal cerrado, trauma cráneo encefálico y múltiples fracturas.

Manera. Las categorías son: natural, suicida, homicida, accidental e indeterminada. En el presente caso de estudio se puede interpretar como accidental por evento automovilístico en calidad de peatón.

Tipos de Lesiones Oseas Esperadas

Las lesiones causadas por accidentes de tránsito específicamente en el atropellamiento automovilísticos siempre se relacionan con compromiso de los miembros inferior ya que es la parte con mayor compromiso por ende en el caso presentado las de tipo primario recibida son a nivel del fémur izquierdo y en la zona de la pelvis, debido al politraumatismo causado por el impacto esto pudo causar trauma cerrado de abdomen, se puede sospechar de fracturas a nivel del tórax y en la parte posterior del cráneo dado que el impacto fue posterior y lateral.

Humanización

Adulto de 32 años de sexo masculino que asiste para valoración médico legal; quien refiere al perito que sufrió herida por proyectil de arma de fuego a nivel de cara anterior tercio proximal del muslo izquierdo, por lo que el perito solicita ayuda diagnóstica, por consiguiente, llega al servicio de radiología en silla de ruedas, con dolor y limitación al movimiento, es acompañado por familiar que no ofrece ningún tipo de información.

Dignidad del Paciente

Con el fin de garantizar la dignidad del paciente en el servicio de radiología se debe tener en cuenta:

Consentimiento informado e informar la condición de salud y el procedimiento que se le realizará.

Respetar y proteger su integridad física y mental a través de la confiabilidad.

Garantizar una atención de calidad y sin demora en los procesos los cuales puede conllevar a un estado de gravedad.

Registrar todos los datos en la historia clínica dados por el paciente y lo sucedido durante la atención.

Garantizar el diligenciamiento de los formatos establecidos en el manual sin enmendadura ni tachones.

Radiología Forense – Casos de aplicación

La radiología forense aplica en casos como la determinación de muertes sospechosas: Ejemplos cuando ocurra asesinatos, lesiones personales, cuerpos extraños, maltrato intrafamiliar, accidente de tránsito. Dado cumplimiento y con el fin de colaborar con la investigación de este, siempre se deben tomar radiografías convencionales del área a evaluar, tomografía, resonancia y ecografía según sea la necesidad ya que estas pueden revelar el tipo de lesión y la causa de muerte y ayudar al perito.

Estudio de Caso 4. Carta Dental

Se recibe en la morgue cadáver semi esqueletizado con prendas masculinas recuperado de la orilla del río, a quien al momento de la necropsia no se le pudo tomar necrodactilia; al momento de la exploración de la cavidad oral se encuentran ausencias a nivel de incisivo lateral superior derecho, usencia antigua del segundo molar superior izquierdo e inferior derecho, fractura oblicua a nivel del primer premolar derecho superior.

Método de Identificación

Ya que el cuerpo está en avanzado estado de descomposición el método de identificación más efectivo o fehaciente es el de cotejo odontológico y carta dental. Con ello nos ofrece un gran numero identificativo como lo es la edad, el sexo, la estatura, las estructuras dentales y maxilofaciales que pueden ayudar a reconstruir el perfil biológico del individuo. (Instituto Nacional de Medicina Legal y Ciencias Forenses, 2008).

Carta Dental

La dentadura enunciada por el perito se muestra en la carta dental de la Figura 13, teniendo en cuenta los lineamientos recomendados a la hora de realizar este documento.

La Ley también hace recomendaciones cuando se trata de personas fallecidas que se encuentren sin identificación y requieran necropsia medicolegal, el funcionario que realiza el levantamiento, luego de consignar las características físicas, escribirá el estado de la dentadura, y ordenará al médico que realice la necropsia, examen y descripción de los dientes.

En caso de que en la oficina de Medicina Legal se cuente con un servicio odontológico, se solicitará al profesional la práctica para elaborar una Carta Dental conforme lo estipula la Ley, y se establece una red de información entre sus diferentes oficinas con el fin de lograr su identificación (Ley 38 de 1993 artículos 4, 5 y 6).

Figura 13*Carta dental del caso 4*

ESTA CARTA DENTAL DEBE SER ARCHIVADA EN LUGAR DIFERENTE A LA HISTORIA CLINICA

11	Ausente	51		61		21
12		52		62		22
13		53		63		23
14	Fractura oblicua	54		64		24
15		55		65		25
16		56		66		26
17		57		67	Ausente	27
18		58		68		28
40		40		70		30
47		47		77		37
40	Ausente	40		70		30
45		45		75		35
44		44		74		34
43		43		73		33
42		42		72		32
41		41		71		31

(Llenar en tinta negra con letra clara y legible, codificaciones adjuntas, no colores)

Nota: Editado a partir de Ley 38 de 1993.

La Registraduría Nacional del Estado Civil, se encarga de la toma de las huellas digitales, (Ley 38 DE 1993) , esta información es guardada en un archivo único de la capital de la República, las bases de datos son almacenadas en programas de alta fidelidad y seguridad , la cual puede ser consultada cuando la autoridad competente lo requiera, de forma descentralizada, se unifica con los registros dentales de cada persona gracias a la información aportada por parte de las EPS en su dependencia de odontología.

Elementos de una Radiografía Panorámica Dental

Figura 14

Panorámica dental



En una panorámica dental se pueden identificar los siguientes elementos:

Superior

- 1) Incisivo central superior
- 2) Incisivo lateral superior
- 3) Canino superior.
- 4) Primer premolar superior
- 5) Segundo premolar superior
- 6) Primer molar superior
- 7) Segundo molar superior.
- 8) Tercer molar superior

Inferior:

- 1) Incisivo central inferior
- 2) Incisivo lateral inferior
- 3) Canino inferior.
- 4) Primer premolar inferior
- 5) Segundo premolar inferior
- 6) Primer molar inferior
- 7) Segundo molar inferior.
- 8) Tercer molar inferior

Estudio de Caso 5. Integración de Conceptos

Se recibe en la morgue, un cadáver con herida localizada a nivel del hemitórax derecho, de bordes lineales equimóticos, atípica, sin anillo de contusión perilesional, ni restos de pólvora, para lo cual el médico prosector solicita una radiografía como ayuda diagnóstica, en la radiografía anteroposterior de tórax, se observa un cuerpo extraño lineal y en la proyección lateral, se aprecia un material radiopaco de aproximadamente dos centímetros.

Radio Lúcido y Radiopaco

Las densidades radiográficas permiten analizar los elementos que aparecen en una imagen radiológica. En la Figura 15 se muestran las zonas radio lúcidas y radiopacas en una radiografía de abdomen simple, que se definen como:

Radiopaco: no permite el paso de los rayos x, los huesos son relativamente opacos por su densidad, aparecen como áreas blancas en las placas de rayos x.

Las cinco densidades radiológicas básicas se identifican como distintos tonos, del negro al blanco, en escala de grises y son:

Aire: negro

Grasa: gris más oscuro

Agua - partes blandas: gris claro

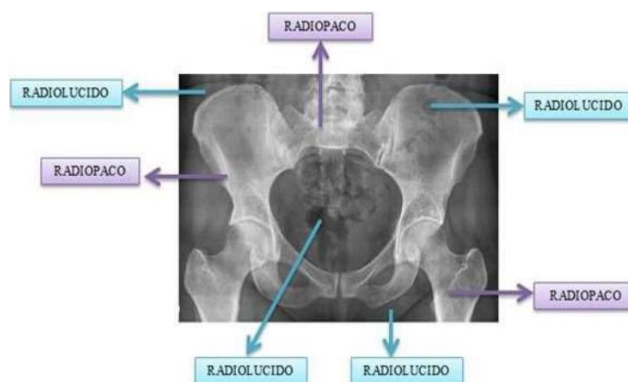
Calcio – hueso: blanco

Metal: blanco opaco

Radiolúcido: es la penetración o acentuación de los rayos x, es decir son tejidos blandos y que por tanto permiten el paso de la luz.

Figura 15

Radio lúcido y radiopaco en una imagen radiográfica de abdomen simple



Nota: Editado a partir de Merrill (2010)

Balística

La balística es la disciplina centrada en el análisis del desplazamiento y los efectos de las balas y de otros proyectiles. Es la ciencia que tiene como objeto el estudio del cálculo y del alcance, la trayectoria y dirección de sus cuerpos lanzados al espacio, estudiando el movimiento y en general de los proyectiles disparados por las armas de fuego.

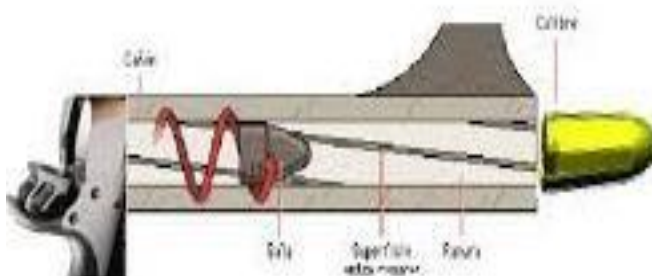
Clasificación de la balística

Según su estudio

Balística interior: estudia los procesos que ocurren en el interior del arma, hasta que el proyectil abandona la boca del cañón.

Figura 16

Balística interior



Fuente: FMCC (2018)

Balística exterior: se enfoca en el espacio desde que la bala abandona el cañón del arma y llega hasta el objetivo; para más explicación se define en la trayectoria, la distancia y la posición del tirador.

Figura 17

Balística exterior, trayectoria

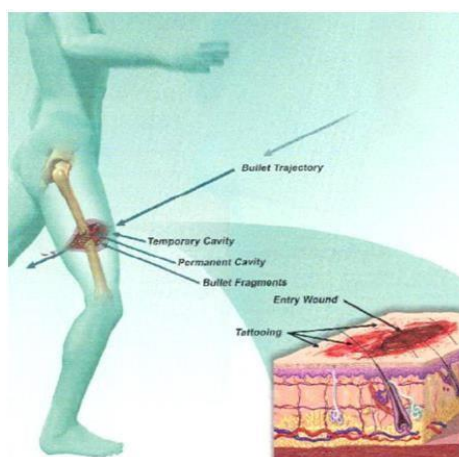


Fuente: Díaz *et al.* (2006)

Balística terminal o de efectos: estudia el impacto y la penetración del proyectil en el blanco

Figura 18

Balística terminal o de efectos



Fuente: Reyes (s.f.)

Anatomía de Tórax en Par Radiológico

En un estudio radiográfico de tórax, haciendo uso del par radiológico, se identifica la anatomía radiológica mostrada en la Figura 19 que aparece en la siguiente página.

Ventajas de la Radiología sobre la Resonancia Magnética

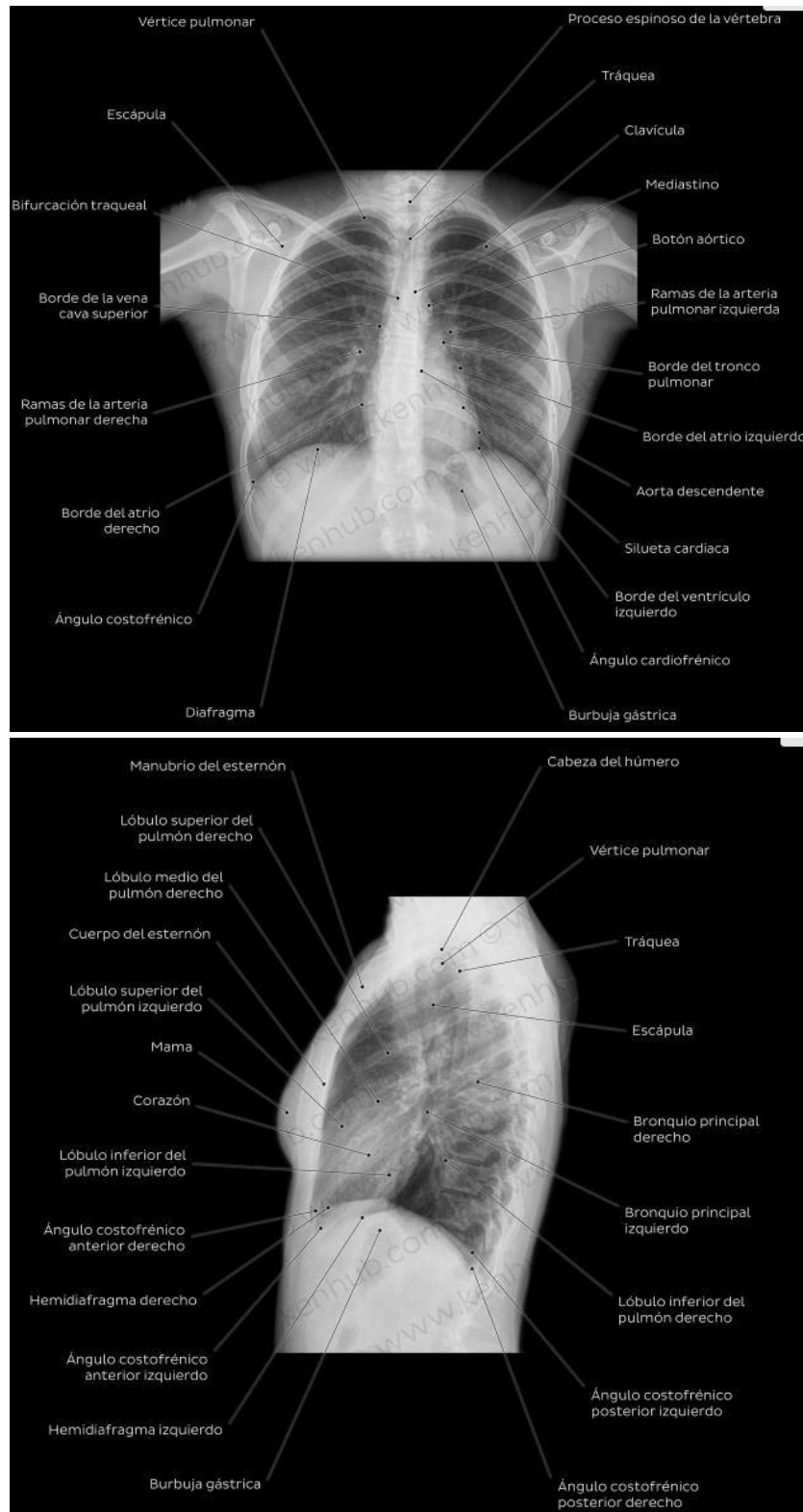
En base al caso estudio podemos identificar cuerpos extraños y ver el material radiopaco mencionado en la radiografía convencional, teniendo en cuenta que se reduce el tiempo, la calidad de imagen y el poder ver estructuras óseas, en resonancia se pueden visualizar las partes blandas, articulares y vasculares la adquisición de dicha toma lleva de 20 a 40 minutos, se realiza en diferentes planos anatómicos, no se tiene en cuenta la radiación ionizante. Utilizar la radiología convencional es más sencillo en este caso por el tamaño del equipo utilizado y el menor tiempo necesario para realizar la prueba. En contraste, los efectos magnéticos de la resonancia pueden afectar los cuerpos metálicos, como las balas.

Conclusión del Caso

Se observa un cuerpo extraño lineal radiopaco, teniendo en cuenta la proyección lateral podemos decir que es de medida de 2 cm. Por lo tanto, podemos deducir que fue producido por el proyectil de arma de fuego, el cual le causó la muerte.

Figura 19

Anatomía de tórax en el par radiológico



Fuente: MD (2021)

Conclusiones

El ADN es un factor importante en la identificación de cadáveres ya que por medio de muestras biológicas ante mortem con muestras post mortem del mismo individuo se puede realizar la comparación de perfiles genéticos.

La radiología forense ayuda a realizar un diagnóstico claro para que los médicos forenses puedan dar la información para el cierre del caso, es importante tener en cuenta que en la radiología forense se pueden utilizar los métodos de Rayos x, Tomografía, Resonancia Magnética y Ecografía.

Los métodos de identificación en cadáveres son: Indiciaria, fehaciente y por superposición fotográfica, estos métodos científicos permiten una caracterización con una gran precisión corroborando los cotejos y los resultados obtenidos. La cremación es una de las alternativas de mayor tendencia en los últimos años en Colombia para la disposición final de un cadáver: sin embargo, se debe continuar con el respeto por los fallecidos, honrando las costumbres, religiones y políticas de estos y sus dolientes, siendo esta una muy buena opción para el medio ambiente y la ecología.

La determinación de la manera, la causa, el mecanismo y el tiempo de muerte de un individuo se puede realizar de forma rápida y con menores costos utilizando métodos relacionados con las imágenes radiológicas con son el carpograma, la carta dental, y las radiografías post mortem.

Conocer los principios de la balística y los fenómenos cadavéricos permiten resolver un caso criminal con facilidad, obteniendo los resultados que se ajustan a la realidad de los hechos sucedidos.

Referencias

- Amadón, M., & Robledo, M. (2010). *Manual de criminalística y ciencias forenses*. Editorial Tébar.
- Aso, J., Martínez, J., Aso-Vizán, J., Pons, J., Arregui, R., & Baena, S. (2006). Virtopsia. Aplicaciones de un nuevo método de inspección corporal no invasiva en ciencias forenses. *Cuad Med Forense*, 11(40), 95–106.
<https://scielo.isciii.es/pdf/cmfn40/Art01.pdf>
- Cruz, E. H. (2020). *Importancia de la radiología forense*. Objeto virtual de información [OVI].
<https://repository.unad.edu.co/handle/10596/38458>
- Cruz, E., & Pineda, S. (2019). *Virtopsia "radiología forense"*.
- Díaz, J., Díaz, M., & Gaviria, D. (2006). *Introducción a la balística forense para el sistema acusatorio colombiano*.
<https://repositorio.defensoria.gov.co/bitstream/handle/20.500.13061/316/Introduccion%20a%20la%20balistica%20forense.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Díaz, L. (2021). *Virtopsia, una tecnología que habla por los que ya no tienen voz* [Trabajo de diplomado, Universidad Nacional Abierta y a Distancia].
<https://repository.unad.edu.co/bitstream/handle/10596/42188/ljdiazhe.pdf?sequence=3&isAllowed=y>
- FMCC. (2018, 30 de agosto). *La balística interna*. CICCF - FMCC.
<https://www.criminologiaycriminalistica.com/post/la-balística-interna>
- García, A., Betín, A., & Gil, A. (2020). Virtopsia. Su pertinencia como herramienta de apoyo judicial en Colombia. *Revista Memorias Forenses*, 3, 45–58.
<https://ojs.tdea.edu.co/index.php/mforenses/article/view/675/821>

Gisbert, E., & Aruquipa, E. (2020). Radiología de interés forense. *Revista Mexicana de Medicina Forense y Ciencias de la Salud*, 5(2), 50–58.

<https://www.medigraphic.com/pdfs/forense/mmf-2020/mmf202d.pdf>

Jackowski, C., Aghayev, E., Sonnenschein, M., Dirnhofer, R., & Thali, M. J. (2005). Maximum intensity projection of cranial computed tomography data for dental identification.

International Journal of Legal Medicine, 120(3), 165–167.

<https://doi.org/10.1007/s00414-005-0050-1>

Jackowski, C., Thali, M., Sonnenschein, M., Aghayev, E., Yen, K., Dirnhofer, R., & Vock, P. (2004). Visualization and quantification of air embolism structure by processing postmortem MSCT data. *Journal of Forensic Sciences*, 49(6), 1–4.

<https://doi.org/10.1520/jfs2004047>

Leitón, C., & Serrano, G. (2005). La radiología en la medicina legal de Costa Rica. *Medicina Legal De Costa Rica*, 22(1), 99–109.

https://www.scielo.sa.cr/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1409-00152005000100008&lng=en&tlng=es

Ley 38/1993, de enero 15, por la cual se unifica el sistema de dactiloscopia y se adopta la carta dental para fines de identificación. (1993). Diario oficial No. 40724 del 15 de enero de 1993. http://www.saludpereira.gov.co/medios/LEY_38_de_1993.pdf

MD, J. V. (2021, 2 de diciembre). *Imagenología médica y anatomía radiológica*. Kenhub.

<https://www.kenhub.com/es/library/anatomia-es/imagenologia-medica-y-radiologia-anatomica>

Medicina Forense. (2022). *Radiología forense*. Criminalistica.MX.

<https://www.criminalistica.mx/areas-forenses/medicina-forense/1344-radiologia-forense>

Merrill, V. (2010). *MERRILL. Atlas de Posiciones Radiográficas y Procedimientos Radiológicos* (E. Frank, B. Smith & B. Long, Eds.; 11^a ed.). Elsevier.

Ministerio de la Protección Social de Colombia (2009). Resolución 1447 de 2009 por el cual se reglamenta la prestación de los servicios de cementerios, inhumación, exhumación y cremación de cadáveres. Bogotá D.C. Ministerio de la Protección Social.

https://www.minsalud.gov.co/Normatividad_Nuevo/RESOLUCI%C3%93N%201447%20DE%202009.pdf

Monsalve, M. (2020). *Análisis de conceptos y teorías de Radiología forense* [Trabajo de diplomado, Universidad Nacional Abierta y a Distancia].

<https://repository.unad.edu.co/bitstream/handle/10596/38872/mpmonsalvej.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Montes, G., Otálora, A., & Archila, G. (2013). Aplicaciones de la radiología convencional en el campo de la medicina forense. *Rev Colomb Radiol.*, 24(4).

https://www.webcir.org/revistavirtual/articulos/marzo14/colombia/col_esp_a.pdf

Najar, A. (2015). Virtopsia. Radiología en medicina forense. *Salud Areandina*, 1(1), 60–76.

<https://doi.org/10.33132/23229659.311>

Pun, Y.-W. (2003). Neumotórax y hemotórax. *Neumomadrid*, 181–196.

https://www.neumomadrid.org/wp-content/uploads/monog_neumomadrid_v.pdf

Ratib, O., & Gilsanz, V. (2005). *Hand bone age: A digital atlas of skeletal maturity*. Springer.

https://www.chospab.es/biblioteca/DOCUMENTOS/Atlas_of_Hand_Bone_Age.pdf

Reyes, P. (s.f.). *Prácticas de tiro*. Monografias.com.

<https://www.monografias.com/trabajos92/practicastiroque-son/practicastiroque-son>

Rodríguez, H. (2014). *Exámenes diagnósticos trauma abdominal*. SlideShare.

<https://es.slideshare.net/helbertfrodriguez/examenes-diagnosticos-trauma-abdominal>

Romero, P. (2007). Accidentes en la infancia: Su prevención, tarea prioritaria en este milenio.

Revista chilena de pediatría, 78. <https://doi.org/10.4067/s0370-41062007000600005>

Woodward, P. J., Sohaey, R., Kennedy, A., & Koeller, K. K. (2005). From the Archives of the

AFIP. *RadioGraphics*, 25(1), 215–242. <https://doi.org/10.1148/rg.251045156>