

La Radiología en el Campo Forense

Félix Fernando Monroy Bohórquez

Universidad Nacional Abierta y a Distancia - UNAD

Escuela de Ciencias de la Salud - ECISA

Diplomado en Radiología Forense

Tunja

2022

La Radiología en el Campo Forense

Félix Fernando Monroy Bohórquez

Profesor:

Robert Andrés Fuentes Niño

Director:

Nelson Ricardo Ávila

Universidad Nacional Abierta y a Distancia UNAD

Escuela de Ciencias de la Salud – ECISA

Diplomado en Radiología Forense

Tunja

2022

Dedicatoria

Este trabajo está dedicado a mi esposa Patricia Vega e hijos Jose Félix y Mariana, quienes con su amor, paciencia y esfuerzo me han impulsado a llegar y cumplir hoy un sueño más.

A mis padres Félix Antonio y Nubia Yaneth, a mi suegro José, quienes con su cariño y oración permanentemente me apoyaron con espíritu alentador, cooperando incondicionalmente a lograr las metas y objetivos propuestos.

Agradecimientos

El agradecimiento de este trabajo va dirigido primeramente a Dios ya que sin la bendición y su amor todo hubiera sido un total fracaso, también con todo el amor y cariño a mi amada esposa Patricia Vega por su sacrificio y esfuerzo por apoyarme en mi carrera para que nuestro futuro sea mejor y por creer en mi capacidad. También para todos mis docentes en especial a los profesores: Jairo Numpaque, Carlos López, Saira Daniela Hernández, Alex Cifuentes, Marleny Rojas y Robert Andrés Fuentes Niño, que gracias a sus conocimientos y ayuda puede concluir con éxito.

A mis queridos colegas y compañeros Carlos Hernández, Martín Mahecha, Manuel Fonseca, Eddys Santander, Angela Poveda, quienes sin esperar nada a cambio compartieron sus conocimientos, alegrías y tristezas y a todas las aquellas personas que durante estos años estuvieron a mi lado apoyándome y lograron que este sueño se haga realidad.

Gracias a todos.

Resumen

En los peritajes de investigación por muerte causada por arma de fuego o contundente, la radiología forense cumple un papel muy importante y esencial, permitiendo visualizar con más precisión las causas de muerte y las estructuras anatómicas afectadas, así dando un dictamen preciso si hay algún material extraño al cuerpo y su localización.

Dejándonos en claro la importancia de la radiología convencional y sus diferentes densidades para el ámbito forense.

La ciencia de la balística y la importancia de analizar desde el momento que el arma de fuego dispara el proyectil, su recorrido e impacto contra un objeto o humano, sus diferentes clasificaciones, así nos ayuda a aclarar crímenes, hallar culpables y sus resultados son pruebas contundentes para los procesos judiciales.

Palabras clave: radiología forense, balística, virtopsia, cadáver, necropsia, fenómenos cadavéricos, parafilias.

Abstract

Forensic radiology plays a very important and essential role in the investigation reports for death caused by firearms or forceful weapons, allowing us to more accurately visualize the causes of death and the affected anatomical structures, thus giving a precise opinion if there is any foreign material. to the body and its location.

Making it clear to us the importance of conventional radiology and its different densities for the forensic field.

The science of ballistics and the importance of analyzing from the moment the firearm fires the projectile, its path and impact against an object or human, its different classifications, thus helping us to clarify crimes, find guilty parties and their results are evidence forceful for judicial processes.

Key words: Forensic radiology, ballistics, virtopsy, corpse, necropsy, cadaveric phenomena, paraphilias.

Tabla de contenido

Lista de figuras	8
Introducción.....	10
Justificación	11
Objetivos.....	12
Objetivos generales	12
Objetivos específicos	12
Bioseguridad, Protección Radiológica y Estudios Diagnósticos	13
Estudios radiológicos en accidentes de tránsito y humanización	20
Importancia de la Carta Dental en Imágenes Diagnósticas.	34
Legislación nacional	54
Integración de conceptos	56
Estado del arte	66
Conclusión.....	67
Referencias Bibliografías	68

Lista de figuras

Figura 1. Tórax: ap o pa	13
Figura 2. Tórax: lateral	14
Figura 3. Tórax: reja costal.....	15
Figura 4. Abdomen: ap	16
Figura 5. Abdomen lateral	17
Figura 6. Par radiológico	18
Figura 7. Elementos de protección	19
Figura 8. Mapa mental: Métodos de identificación.....	20
Figura 9. Rx fémur izquierdo	22
Figura 10. Fx Hueso frontal.....	22
Figura 11. Fx hueso cigomático	23
Figura 12. Fx tabique nasal	23
Figura 13. Hueso esfenoides.....	23
Figura 14. Fx mandíbula.....	24
Figura 15. Hemorragias intracraneales	25
Figura 16. Tórax trauma cerrado	26
Figura 17. Rx Columna cervical.....	27
Figura 18. Rx de costillas	28
Figura 19. Rx Miembro superior	28
Figura 20. Rx cadera.....	29
Figura 21. Rx de fémur.....	30
Figura 22. Fx peroné.....	31

Figura 23. Plano dental.....	35
Figura 24. Panorámica dental.....	36
Figura 25. Carpo-grama.....	37
Figura 26. Anatomía topográfica del esqueleto de la mano	38
Figura 27. Algor mortis	40
Figura 28. Rigor mortis	41
Figura 29. Livor mortis.....	42
Figura 30. Estadios de la asfixia por sumersión	45
Figura 31. Huellas dactilares	47
Figura 32. Registro dental	48
Figura 33. Genética forense.....	49
Figura 34. Identificación indiciaria	50
Figura 35. Cadena de custodia.....	52
Figura 36. Mapa mental: Fenómenos cadavéricos	53
Figura 37. Densidades en rx de abdomen.....	57
Figura 38. Densidades radiológicas.....	58
Figura 39. Balística interna.....	61
Figura 40. Balística interior	62
Figura 41. Balística terminal	63
Figura 42. Balística identificativa.....	64
Figura 43. Balística operativa.....	65

Introducción

La radiología forense es una disciplina que conforman las Ciencias forenses la cual utiliza las imágenes diagnósticas con fines criminalísticos, asistiendo de manera secundaria a otras ciencias como: la odontología forense, la anatomía patológica, medicina legal y la antropología forense.

Gracias a las tecnologías, la radiología convencional, tomografía computarizada, la ecografía y resonancia magnética, las ciencias forenses han evolucionado de tal modo que se puede realizar necropsias no invasivas (Virtopsia), en ese sentido los estudios radiológicos son usados tanto en cadáveres, restos óseos(exhumaciones), como en otras estructuras que requieren ser evaluadas, obteniendo así imágenes radiológicas que puedan aportar hallazgos de interés criminalística, tales como: proyectiles, cuerpos extraños, fracturas, elementos de identificación como la edad ósea los cuales ayudan a esclarecer un hecho que merece castigo.

Con el presente trabajo se pretende integrar todo el conocimiento abarcado durante el desarrollo de las actividades del Diplomado en Ciencias Forenses. Se busca demostrar la importancia de las atenuaciones presentes en radiología convencional para diferentes estructuras automáticas con lo que responderá ciertos términos empleados como radio lucido y radiopaco. Se evidenciará tanto la pertinencia de la balística y sus diferentes campos de estudios, así como la prevalencia del carpo-grama para determinar el desarrollo óseo, con los diferentes puntos de osificaciones que podemos visualizar en la mano dominante. Adicional a lo tratado, se abarcarán a detalle temas como la bioseguridad y protección radiológica para velar por la integridad y bienestar del profesional, así como para garantizar el óptimo desarrollo de las tareas que a ellos compete.

Justificación

El presente estudio se realiza con el fin de indagar y profundizar conceptos, metodologías y procedimientos para así generar un aporte teórico significativo que compruebe y constate información ya existente en la literatura como en estudios previos. Evidenciando la importancia de la radiología en la investigación forense, donde las técnicas de imagen juegan un papel fundamental en la construcción y la determinación del tipo trauma, pues la información suministrada constituye una prueba objetiva y científica a la hora de probar o desaprobar la existencia de una lesión, así como la ubicación y la magnitud del daño.

En este sentido, se le brindará a la comunidad estudiantil información pertinente y concisa que promoverá la generación y reconstrucción de nuevo conocimiento no solo de las implicaciones de la radiología en este ámbito de aplicación, sino también del cuidado personal como del cuidado del paciente, garantizando el respeto, la dignidad y la objetividad, tres elementos indispensables para optimizar los protocolos de actuación.

Objetivos

Objetivos generales

Analizar y comprender la importancia de términos radiológicos empleados en imágenes diagnósticas para diferenciar estructuras anatómicas.

Identificar y comprender el papel de las técnicas de imagen dentro del campo forense para obtener datos confiables y verídicos de las causales de muerte o lesiones en personas específicas.

Objetivos específicos

Diferenciar los fenómenos cadavéricos que se presentan después de la muerte de un ser humano.

Describir el papel de los técnicos en imágenes diagnósticas en el campo de la medicina forense

Comprender la función que desempeñamos como tecnólogos en imágenes diagnósticas en conjunto con la investigación con el perito forense en aportar en resolver situaciones y casos que podamos afrontar como futuros profesionales.

Bioseguridad, Protección Radiológica y Estudios Diagnósticos

Proyecciones para adquirir imágenes diagnósticas a nivel de tórax y abdomen

Las proyecciones más usadas son:

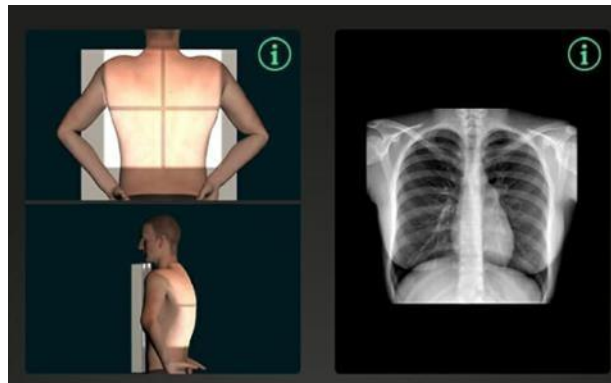
Tórax

Ap o pa

En esta posición podemos observar la región del tórax y los órganos que ocupan ese espacio.

Figura 1.

Tórax: ap o pa



Fuente: rx-posiciones radiológicas [aplicación móvil].goole play.

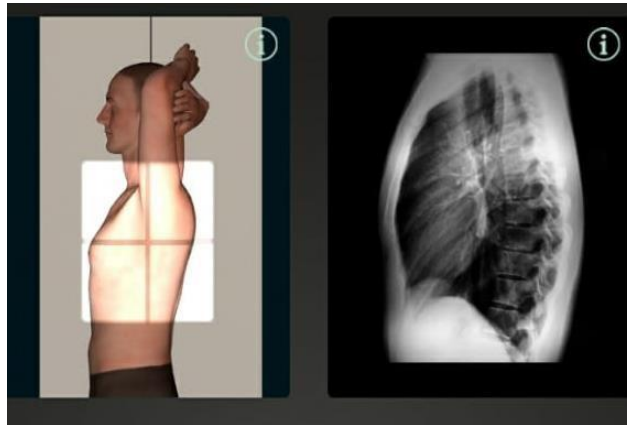
<https://play.google.com/store/apps/details?id=com.tarter.rxposicionesradiolgicas>

Lateral

En esta posición observamos el tórax de lado y podemos ver su profundidad.

Figura 2.

Tórax: lateral



Fuente: RX-posiciones radiológicas [aplicación móvil].Goole Play.

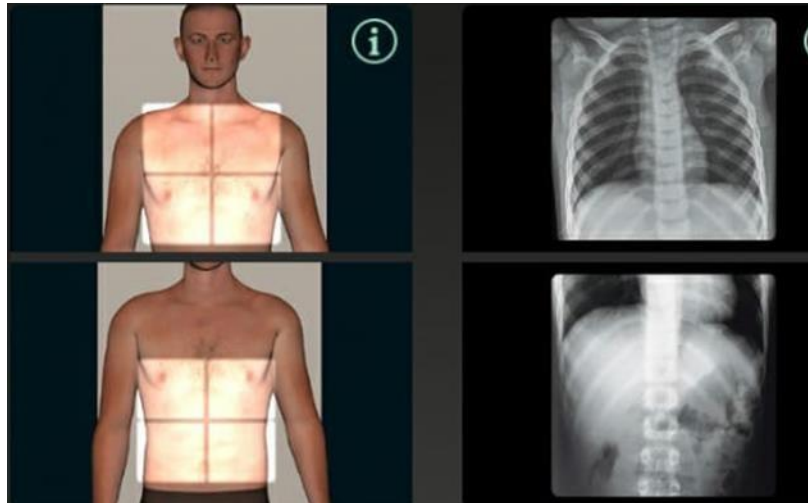
<https://play.google.com/store/apps/details?id=com.Tarter.RXPosicionesRadiolgicas>

Reja costal

Con esta proyección también podemos observar los órganos del tórax, aunque es más enfocada para mirar la estabilidad de las costillas

Figura 3.

Tórax: reja costal



Fuente: rx-posiciones radiológicas [aplicación móvil].goole play. link app:

<https://play.google.com/store/apps/details?id=com.tarter.rxposicionesradiolgicas>

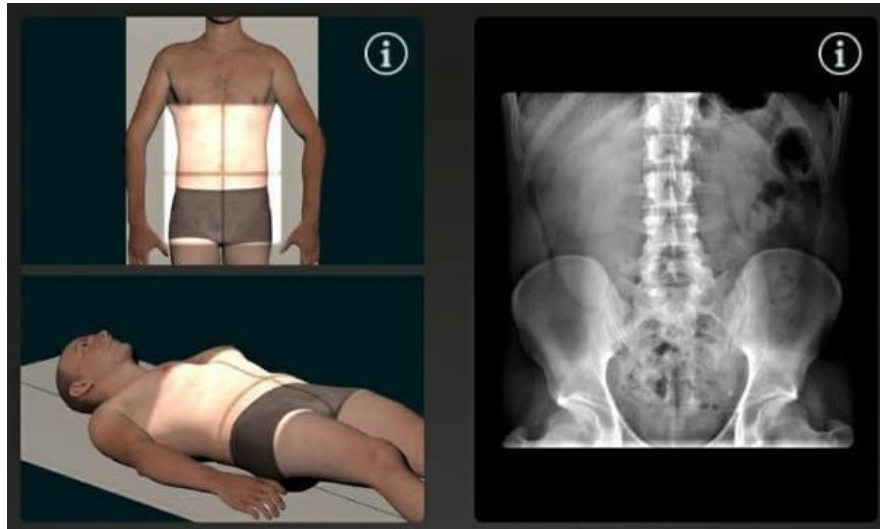
Abdomen

Ap

En esta proyección podemos observar los órganos abdominales altos y bajos.

Figura 4.

Abdomen: ap



Fuente: RX-posiciones radiológicas [aplicación móvil].Goole Play.

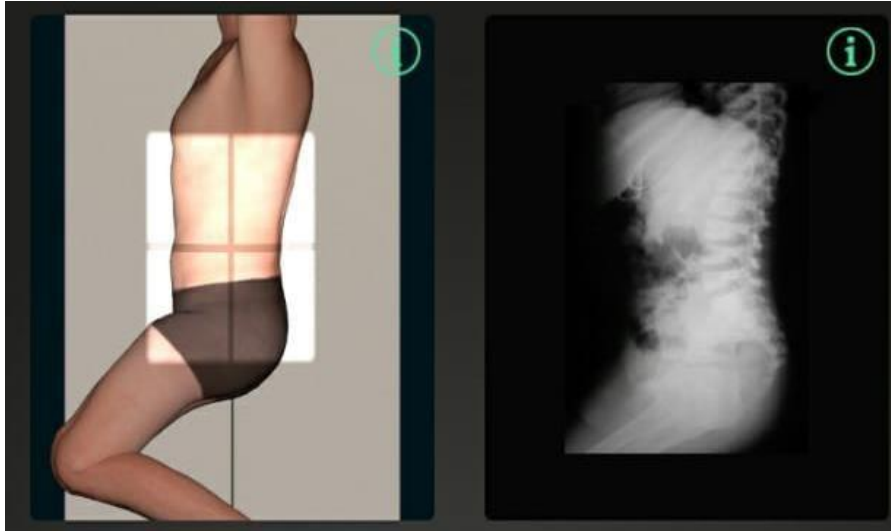
<https://play.google.com/store/apps/details?id=com.Tarter.RXPosicionesRadiolgicas>

Lateral

Podemos observar el abdomen de perfil, ubicándose en profundidad de un órgano o un cuerpo extraño.

Figura 5.

Abdomen lateral



Fuente: RX-posiciones radiológicas[aplicación móvil].Goole Play.

<https://play.google.com/store/apps/details?id=com.Tarter.RXPosicionesRadiolgicas>

La ventaja del par radiológico es que puedes observar las tres dimensiones de la imagen y en este caso es esencial se puede ver por donde ingresa y en qué espacio u órgano se aloja las balas.

Figura 6.

Par radiológico



Fuente: Par radiológico. <https://www.stockarmas.com/la-cabeza-al-pecho-o-una-pierna-adonde-dirigir-nuestros-disparos/>

Normas de bioseguridad que se aplican durante la toma de imágenes en cadáveres

Se debe de minimizar los riesgos de todo aquel que esté involucrado en el manejo de cadáveres y otros tejidos durante y después de la necropsia o necrocirugía.

La bioseguridad es un conjunto de normas que se tiene con el fin específico de mantener la seguridad de las personas y el medio ambiente.

Las precauciones universales se plantean como el “conjunto de técnicas y procedimientos destinados a proteger el personal que conforma el equipo, de posibles infecciones como ciertos agentes, principalmente virus de la inmunodeficiencia humana, virus de la hepatitis B, virus de la hepatitis C. etc. (Ministerio de Salud, 1997)

Se requiere que el personal utilice:

pijama o mono propios, guantes de látex, cubre bocas, mascarilla, polainas, gafas protectoras. Adicionalmente para el personal que manipula equipos de Rx es necesario el uso de: chalecos plomados, collares plomados, protectores gonadales y dosímetro.

Figura 7.

Elementos de protección



Fuente: elementos de protección: <http://criminociencia.com/accesorios-indispensables-en-el-perito-en-criminalistica-de-campo/>

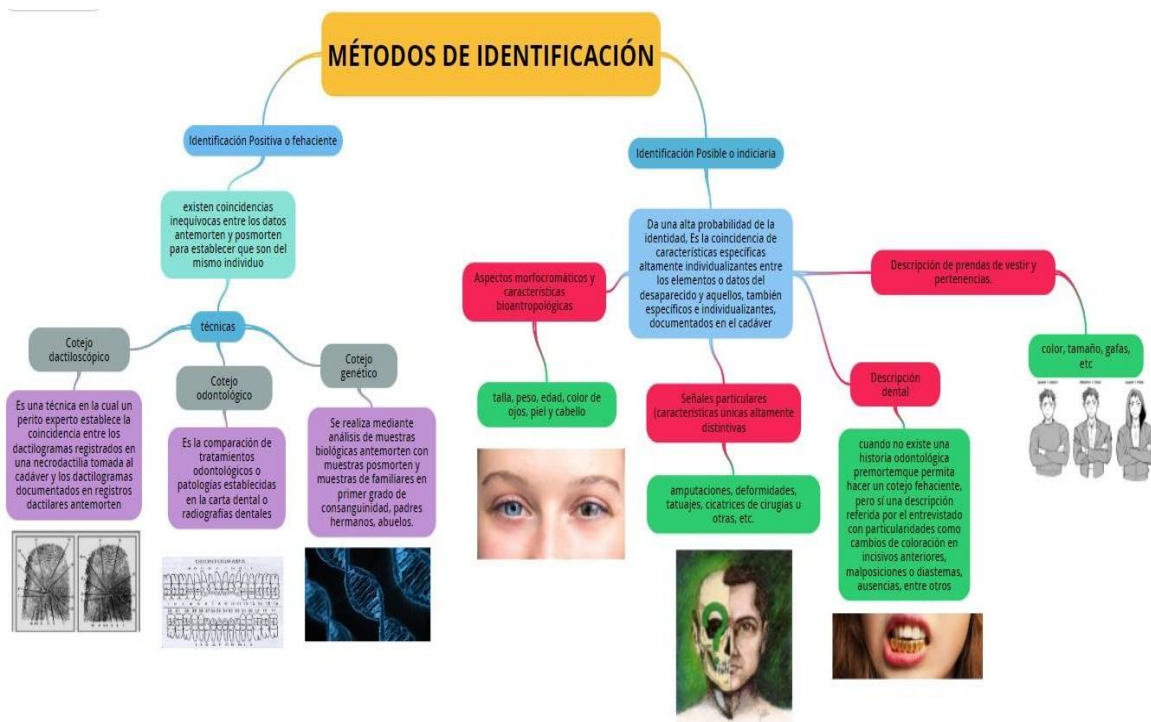
Se recomienda la desinfección del sitio donde se efectúa la necropsia o le necrocirugía con bacteriostáticos y bactericidas, antes de iniciar y al terminar.

Estudios radiológicos en accidentes de tránsito y humanización

La identificación de cadáveres en el contexto forense se lleva cabo mediante el proceso de comparar datos y registros conocidos de una persona desaparecida a la cual se busca, con datos registrados obtenidos de un cadáver cualquiera sea su estado, fresco, descuartizado, descompuesto o con fenómenos preservadores, calcinado o en restos óseos-, durante la inspección del lugar de los hechos y la necropsia medicolegal. El grado de coincidencia determina diversos rangos de certeza según las técnicas utilizadas, lo que a su vez depende de la disponibilidad, calidad y confiabilidad del conjunto de datos y elementos obtenidos del desaparecido y del cadáver.

Figura 8.

Mapa mental: Métodos de identificación



Fuente: mapa mental métodos de identificación: autoría propia, diseñado en goocron

<https://www.goconqr.com/es/mindmap/34173364/metodos-de-identificacion>

Cremación en cadáveres no identificados

En dicho caso, no es pertinente utilizar la cremación porque no hay certeza de los familiares ni de la identificación del cadáver, sería mejor entregarlo a las autoridades pertinentes con su respectivo embalaje, según formato de entrega de cadáveres, y muestra de identificación forense para determinarlo como evidencia para presuntos reclamantes.

Estudios radiológicos en accidentes de tránsito.

Accidentes de tránsito son la primera causa de mortalidad, principalmente los jóvenes entre edades comprendidas entre los 18 y 25 años. Además de las cifras tan elevadas de fallecidos, estos accidentes conllevan un número considerable de lesiones.

En relación con las lesiones que se producen, entre el 60 y el 70% presentan lesiones en cabeza y cuello, entre el 10 y el 30% lesiones a nivel torácico, entre un 10 y 20% presenta lesiones abdominales, entre un 5 y 25% muestran lesiones raquímedulares y hay que destacar que entre el 50 y el 60% tienen afectaciones en extremidades, incluida la pelvis.

Figura 9.

Rx fémur izquierdo



Fuente: Rx fémur izquierdo: <https://somaticot.org/fractura-diafisaria-de-femur-y-epifisiolisis-tipo-iv-de-femur-distal-ipsilateral>

Figura 10.

Fx Hueso frontal



Fuente: fx hueso frontal:

http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0121-52562010000200012

Figura 11.

Fx hueso cigomático



Fuente: fx hueso cigomático: <https://calderonpolanco.com/tratamientos-quirurgicos/fracturas-faciales/fracturas-de-arco-cigomatico/>

Figura 12.

Fx tabique nasal



Fuente: fx tabique nasal: https://es.wikipedia.org/wiki/Fractura_nasal

Figura 13.

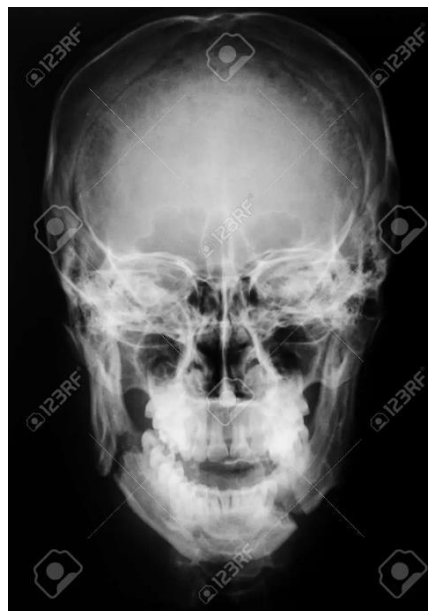
Hueso esfenoides



Fuente: hueso esfenoides: <https://es.dreamstime.com/stock-de-ilustraci%C3%B3n-anatom%C3%ADa-esfenoidal-femenina-del-cr%C3%A1neo-concepto-azul-image47585719>

Figura 14.

Fx mandíbula



Fuente: Fx mandíbula: https://es.123rf.com/photo_35640048_de-rayos-x-cr%C3%A1neo-fractura-mand%C3%ADbula.html

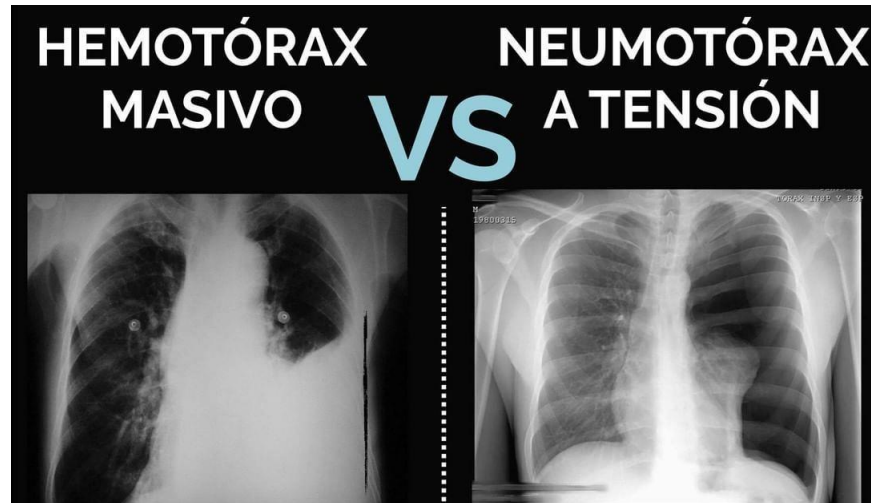
Figura 15.*Hemorragias intracraneales*

Fuente: Hemorragias intra craneales:

<https://m.facebook.com/2175608782675697/photos/las-diferencias-entre-un-hematoma-epidural-y-un-hematoma-subduralmedicina-estudi/2304376963132211/>

Figura 16.

Tórax trauma cerrado



Fuente: Rx tórax trauma cerrado:

<https://www.pinterest.com.mx/pin/429390145719086299/>

Clase de lesiones óseas dependiendo del impacto primario.

En la cara, fractura de huesos frontal, maxilar superior, cigomático, tabique nasal.

En el cuello fractura de vértebras cervicales

Figura 17.

Rx Columna cervical

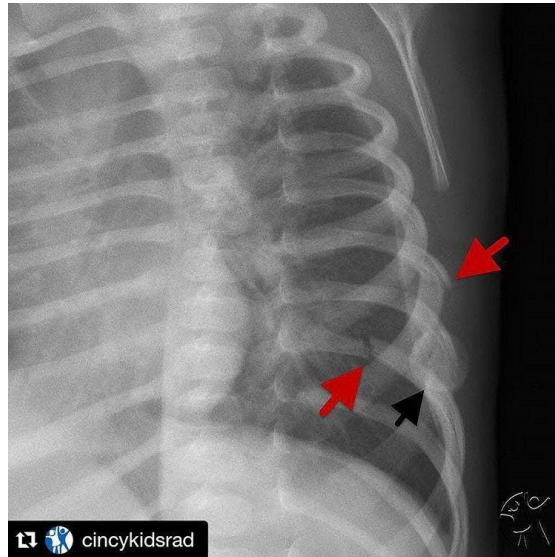


Fuente: rx columna cervical: <https://www.analesdepediatria.org/es-agenesia-pediculo-una-vertebra-cervical-articulo-s1695403314003403>

En el dorso fractura de costillas húmero radio cúbito huesos de la mano.

Figura 18.

Rx de costillas



Fuente: Rx de costillas: <https://br.pinterest.com/pin/362117626269256898/>

Figura 19.

Rx Miembro superior



Fuente: Rx miembro superior:
http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2306-41022014000100011

En la pelvis fractura de los huesos y a la cintura pélvica.

Figura 20.

Rx cadera



Fuente: Rx cadera: <https://www.portalsato.es/documentos/revista/Revista13-1/Rev.%202013-1-08.pdf>

Fractura de huesos largos fémur tibia y peroné.

Figura 21.

Rx de fémur



Fuente: Rx de fémur: <https://drjesusmongetraumatologo.pe/actividades-asistenciales/fracturas-adultos/>

Figura 22.

Fx peroné



Fuente: fx de peroné: <http://increible.co/post/terribles-imagenes-de-rayos-x-muestran-lo-que-pasa-cuando-no-usas-el-cinturon-de/10777/6>

Humanización.

Se debe tener en cuenta los aspectos de la práctica médica que debe estar siempre enmarcada en un oficio profesional, que procure la protección y respeto de los principios éticos fundamentales de la medicina, entendiendo el beneficio del paciente como objetivo principal. al igual que otras especialidades, en el ejercicio de la radiología, se debe cuidar el marco ético profesional que obliga a velar por el respeto de la dignidad e intimidad de las personas y todo lo relacionado con la confidencialidad del acto médico. en el ejercicio de la radiología, se tiene acceso a la información sensible y privada de los pacientes, lo que

obliga a hacer un correcto uso del ella, resguardando las normas de privacidad y secreto profesional. Se debe enseñar y sensibilizar a los alumnos y a los profesionales que asisten en el cuidado de los pacientes para asegurar un comportamiento acorde a las normas éticas que rigen la práctica radiológica.

Protocolo para atención digna:

Recibimiento: El tecnólogo da la bienvenida cordialmente al paciente recibe la orden clínica.

Ingreso: La profesional diligencia en los datos y el estudio que se va a realizar en el pacs

Información: tecnólogo le explica al paciente el procedimiento que se le va a realizar

Ejecución: los tecnólogos entrega elementos de protección si lo requieren como bata quirúrgica chaleco cuello plomado o protector gonadal y ayuda a posicionar al paciente para tomar los estudios que se le tienen que realizar y procederá a tomarlos imágenes.

Conclusión: se le brinda la colaboración al paciente para que pueda vestir si lo requiere, se le avisa que ya se terminó el procedimiento y se le entrega los resultados, se les avisa a los familiares para que se puedan retirar.

Aplicación de la radiología forense

El servicio de radiología forense tiene una función importante en la investigación criminal, interactuando con las unidades de medicina y antropología forense donde las imágenes son fundamentales en la determinación de trauma, establecido en una prueba fehaciente, objetiva y científica a la hora de demostrar la lesión; en todo caso las imágenes

pueden probar o desaprobar la existencia de lesiones, así como establecer su ubicación, cantidad y otras características que se relacionan con la tipificación de la lesión reciente o antigua antemorten o posmorten.

La radiología forense se aplica en muertes violentas, accidentes de tránsito, suicidios, homicidios, muertes por catástrofes.

Importancia de la Carta Dental en Imágenes Diagnósticas.

La odontología forense constituye la técnica más segura cuando las maniobras convencionales no pueden efectuarse y se fundamenta en la concordancia de datos ante y post-mortem. La odontología forense valora los hallazgos que se presentan en el sistema estomatognático, (conjunto de órganos y tejidos que permiten realizar las funciones de comer, hablar, masticar, sonreír, respirar, besar y succionar), ubica en la región cráneo facial, cavidad bucal abarcando en parte también el cráneo, la cara y el cuello.

Los diferentes procedimientos han dado la utilización de odontogramas como estructuras gráficas de fácil archivo, acceso y análisis; Se ha determinado que una identificación positiva fehaciente debe reunir concordancias suficientes en cantidad y calidad como para establecer sin dudas que ambos registros pertenecen a la misma persona, a incluso en ausencia de otros indicios.

El Odontólogo forense puede mandar a tomar Rx o impresiones a los dientes y así analizar con la historia clínica “odontograma ante-mortem” del cadáver así tener los datos exactos para establecer que si es el mismo paciente.

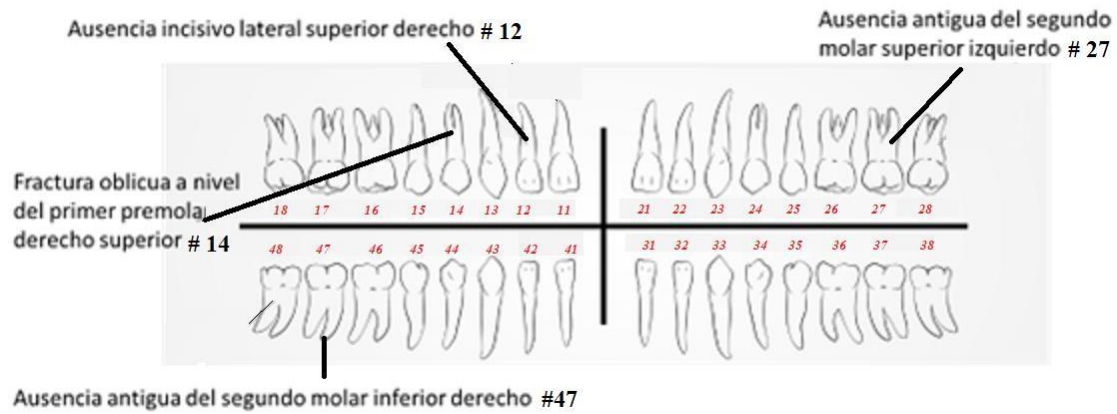
Estos procedimientos se pueden ejecutar teniendo una historia clínica ante-mortem no mayor a 3 años para tener una eficiencia de comparación precisa.

El perito identifica las siguientes estructuras:

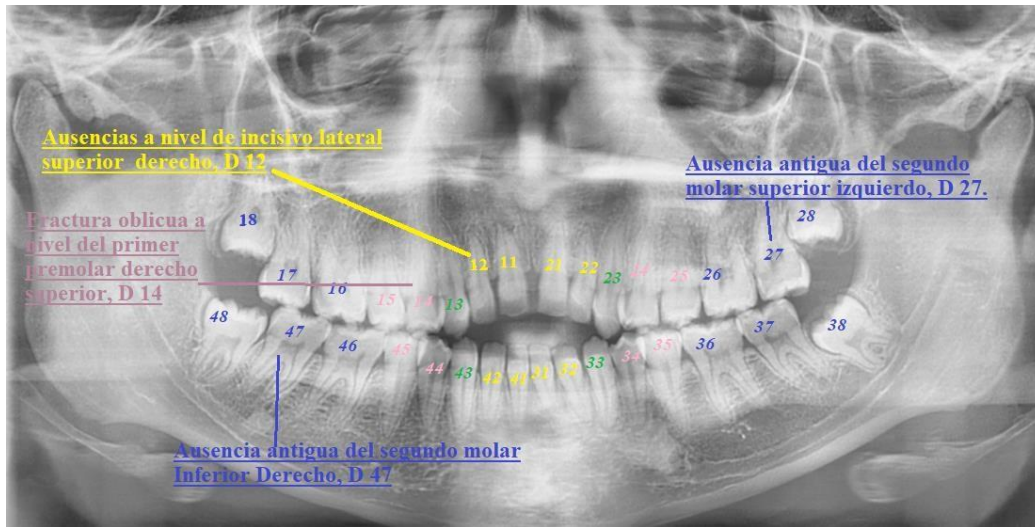
Ausencia incisivo lateral superior derecho

Ausencia antigua del segundo molar superior izquierdo e inferior derecho

Fractura oblicua a nivel del primer premolar derecho superior.

Figura 23.*Plano dental***Fuente:** martínez p. (2020). clínica dental:

<https://www.clinicaferrusbratos.com/odontologia-general/las-piezas-dentales-tienen-su-propio-numero/>

Figura 24.*Panorámica dental***Fuente:** Panorámica dental. Guía de trabajo

Incisivos 11-12-21-22-31-32-41-42

Caninos 13-23-33-43

Premolares 14-15-24-25-34-35-44-45

Molares 16-17-18-26-27-28-36-37-38-46-47-48

Cadena de custodia, métodos de identificación y fenómenos cadavéricos

Figura 25.*Carpo-grama*

Fuente: Carpo-grama: cuestionario de la actividad y modificada por mi autoría

La imagen corresponde a un carpo-grama en él nos enseña la literatura que podemos determinar la edad ósea contando con treinta centros de osificación un mano y puño, según características óseas y viendo en estas estructuras diferentes indicadores que nos guían en que grado de maduración se encuentra los procesos que indican el inicio y fin del desarrollo óseo que alcanza una persona. (CDI, Perú (2006) curso virtual ¿sabes cómo determinar la edad biológica de tu paciente?

[video]YouTube.<https://www.youtube.com/watch?v=IwjqbBOGNrU&t=251s>)

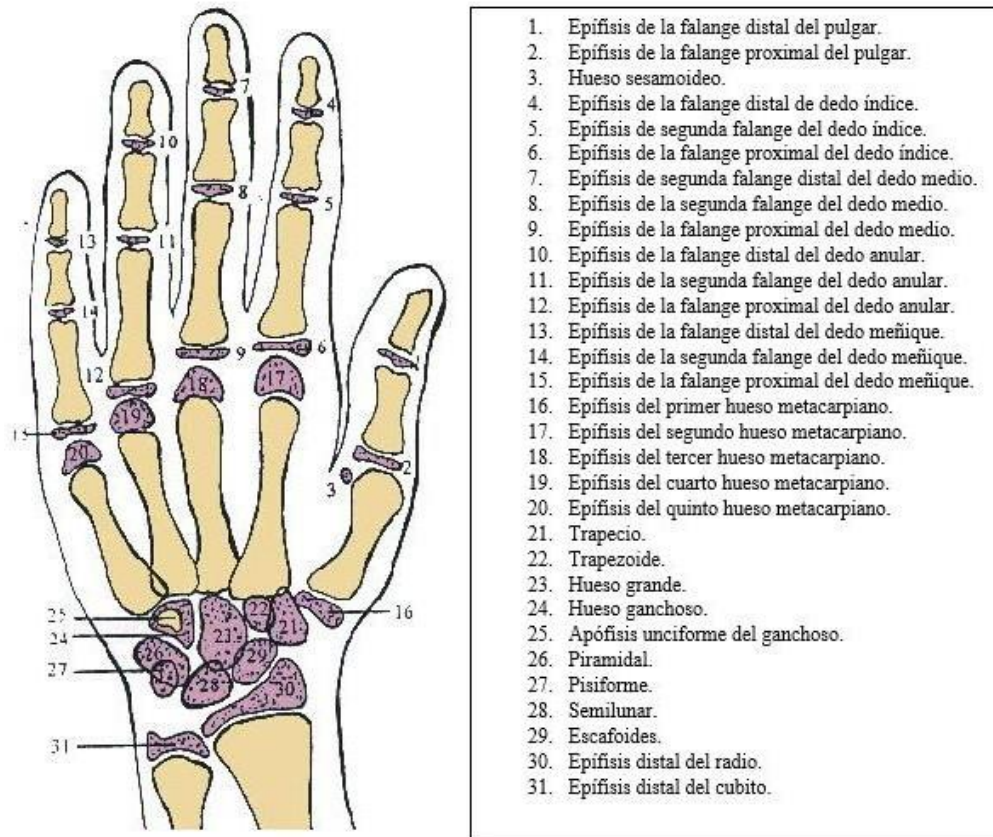
Durante la vida, los individuos pasan por diferentes estadios de en qué implican un grado de creciente maduración. Cada individuo tiene su propio ritmo o tiempo de crecimiento y de acuerdo con esto su crecimiento puede ser rápido, promedio o tardío.

“Malave. Y (09-02-2000) Análisis Carpal Como Indicador De Maduración Ósea.Scielo:

http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0001-63652000000300002 “

Figura 26.

Anatomía topográfica del esqueleto de la mano



Fuente: Anatomía topográfica del esqueleto de la mano y muñeca:

http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0001-63652000000300002

Según la literatura del atlas (Grulich-pyle) el carpo-grama corresponde a una edad aproximada de 7 años, en este estudio radiológico se evidencia la maduración ósea, por lo

que permite establecer la madurez biológica con los cambios esqueléticos durante ese periodo.

La rigidez cadavérica es un fenómeno que se da por cambios en el tono muscular, suele ocurrir en un lapso de 2 a 4 horas después de la muerte y los músculos permanecen rígidos hasta las 24 horas siguientes.

Cronológicamente se presente así:

3 horas: músculos pequeños

5 horas: músculos medios

12 horas: músculos grandes

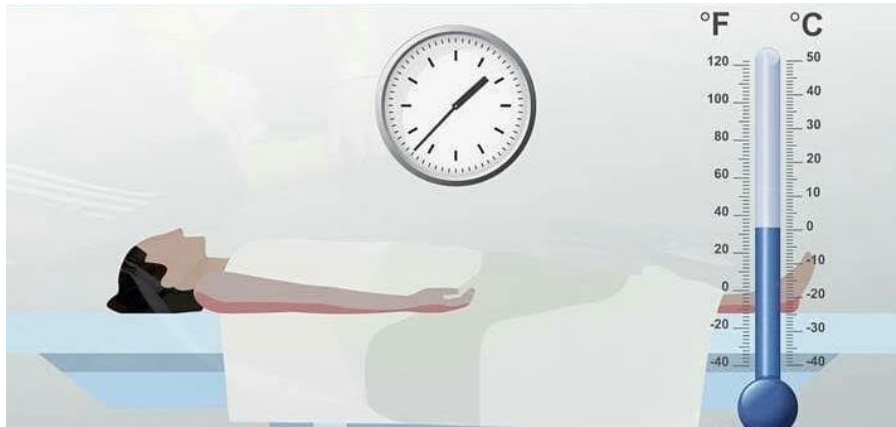
(N.octubre de 2014)

Clásicamente hay tres factores fundamentales para estimar el momento de la muerte: el algor, el rigor, el livor.

El Algor mortis (temperatura tras la muerte). Es la pérdida de la temperatura corporal hasta acercarse a la temperatura ambiente. Para medir la temperatura del cadáver se suele usar el termómetro rectal, nuestra temperatura corporal es de 37°C y pierde aproximadamente 1,5°C cada hora después de la muerte, dependiendo del entorno exterior y de la constitución del cuerpo.

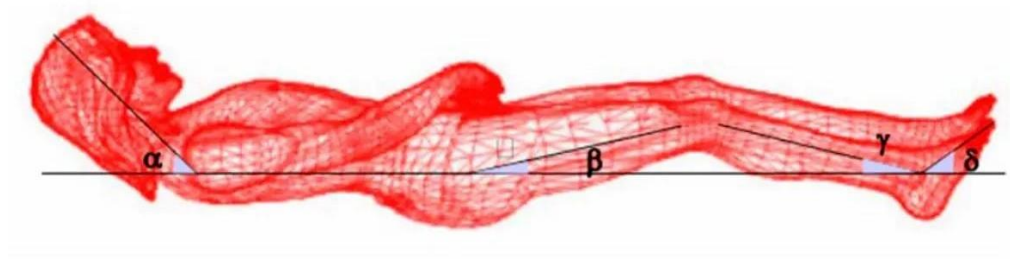
Figura 27.

Algor mortis



Fuente: Algor Mortis: <https://www.facebook.com/PlaticaForense/posts/378732729450077/>

El rigor mortis (rigidez de la muerte) es un cambio químico en los musculo que causa esa rigidez, suele aparecer después de 3 o 4 horas después de la muerte y alcanza un efecto completo a las 12 horas. La rigidez empieza en los músculos pequeños de la cara y cuello y se sigue extendiendo su rigidez por el torso pasando el tiempo.

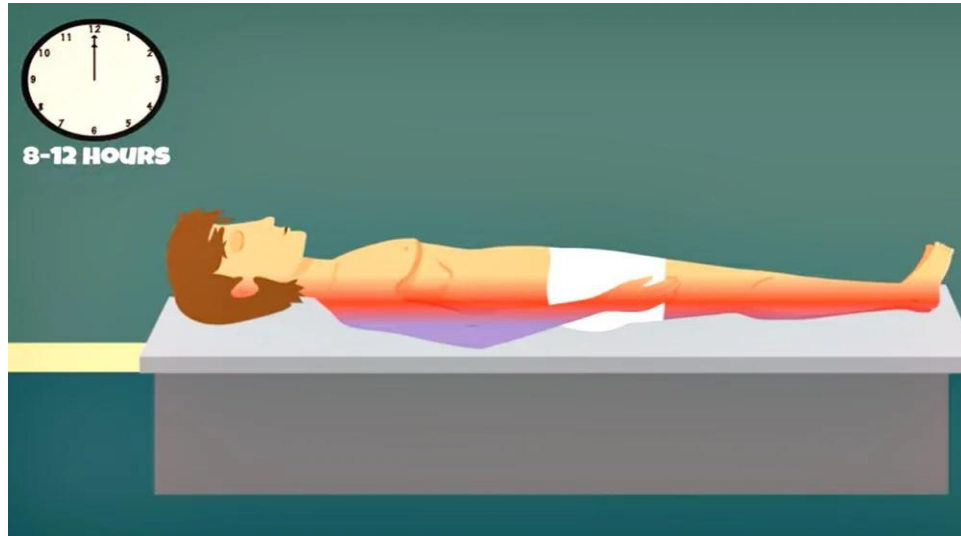
Figura 28.*Rigor mortis*

Fuente: Rigor Mortis: <https://www.periodistadigital.com/wp-content/uploads/2018/03/rigor-mortis-1.jpg?width=1200&enable=upscale>

El livor, consiste en el depósito de los glóbulos rojos en la parte inferior del cuerpo causando una decoloración de la piel en la zona superior que va tomando un tono más claro y en las partes inferiores que tiene contacto con alguna superficie se empiezan a dar una coloración rojiza – amoratada de aquellas partes del cuerpo debido a una acumulación de los glóbulos sanguíneos en dichas zonas.

Figura 29.

Livor mortis



Fuente: Livor Mortis: <https://www.scienceabc.com/pure-sciences/what-is-livor-mortis.html>

Para determinar con mayor precisión posible la hora de la muerte los forenses van a usar también otras informaciones complementarias como la transparencia de los ojos, el grado de deterioro de los glóbulos rojos en una muestra de sangre, el vaciado gástrico o la viabilidad de los espermatozoides.

Manera y causa de muerte por sumersión

La investigación medicolegal de la muerte por sumersión no siempre es fácil para el médico forense. Cuando un cadáver aparece sumergido en el agua se plantean muchas cuestiones que el médico forense debe estar en condiciones de poder responder o al menos acercarse lo máximo posible a su respuesta.

El diagnóstico forense de la muerte por sumersión es uno de los mayores problemas en patologías forenses, en especial cuando los fenómenos putrefactivos aparecen en el cadáver.

Así la víctima pudo haber muerto de forma natural o violenta antes de caer al agua. (C. Análisis médico forense del peso pulmonar y de otros factores de la muerte por sumersión. 2014)

La muerte por sumersión se produce al respirar bajo del agua o por perder la respiración bajo el agua, puede ser completa, cuando la persona está completamente sumergida o cuando la sumersión solo afecta a la boca y fosas nasales.

Es conocido que se puede distinguir dos mecanismos de muerte: sumersión inhibición y Sumersión asfixia.

En la sumersión inhibición o hidrocutia, el individuo queda en muerte aparente dentro del agua debido al reflejo inhibitorio vagal que produce una parada brusca en la función cardiorrespiratoria.

En la sumersión, asfixia. Diversos autores distinguen dos mecanismos distintos. La asfixia simple sin paso de agua a los pulmones por probable laringoespasmo y el ahogamiento propiamente dicho con penetración de agua a las vías respiratorias.

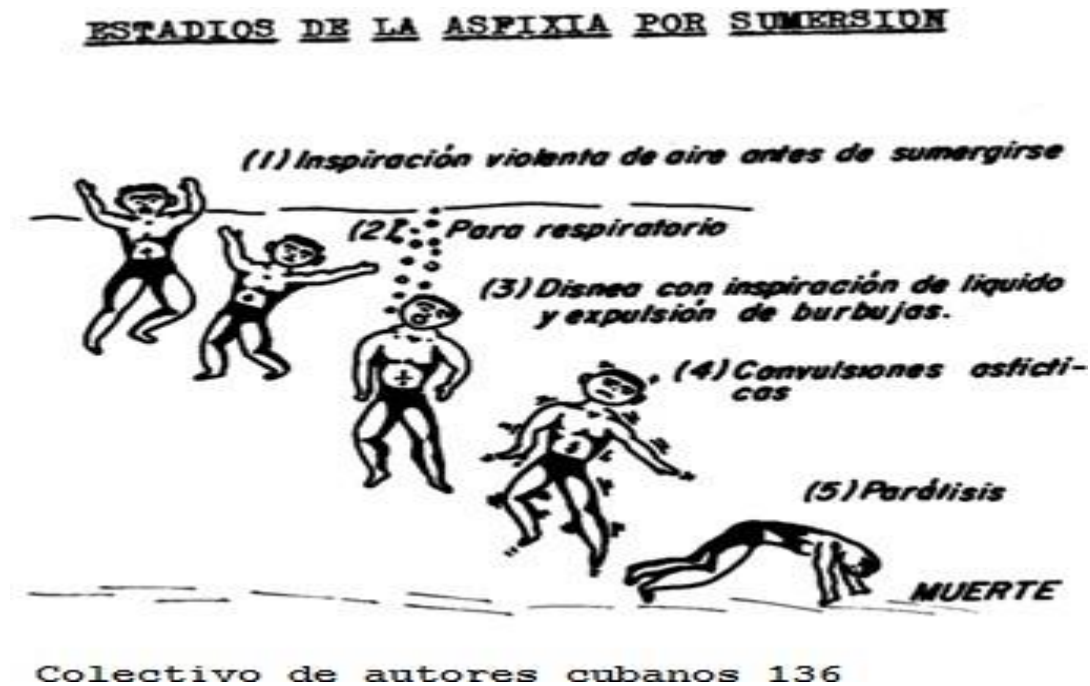
En el examen externo de los cadáveres recuperados del agua con independencia de su mecanismo de muerte, podemos encontrar signos debidos a la simple permanencia bajo el agua como retracción del pene, escroto, pezones y maceraciones cutáneas. (Manos de Lavandera.) Otros signos externos pero propios de la reacción vital son, hongos de espuma. (Formación espumosa blanquecina, rosácea producida por la penetración del agua al

mezclarse con el aire residual pulmonar y el mucus bronquial.) Equimosis faciales en los párpados y sobre todo a nivel subconjuntival.

Cuando el mecanismo de muerte es el denominado sumersión inhibición, los hallazgos que podemos encontrar en el examen interno son escasos, salvo una congestión inespecífica generalizada.

En la sumersión asfixia simple hallaremos agua en el aparato digestivo y signos inespecíficos de los cuadros de asfixia es en el caso de asfixia con inundación de las vías respiratorias cuando vamos a encontrar la mayor riqueza en estudio microscópico.

Los pulmones en la inspección presentan un aumento de volumen que se acompaña de un aumento de su peso y equimosis de tardieu, que en la sumersión ofrecen unas dimensiones mayores de lo habitual y de coloración más clara, recibiendo la denominación de manchas de Paltauf, diseminadas por la superficie pulmonar a la forcipresión se percibe crepitación y presencia del signo de la fovea. Al corte hay salida de aire y espuma. Los bronquios y tráquea se encuentran recubiertos por espuma y pueden apreciarse cuerpos extraños o sustancias presentes en el agua. (Cuad. med. forense no.41 Málaga jul. 2005)

Figura 30.*Estadios de la asfixia por sumersión*

Fuente: Estadios de la asfixia por sumersión: www.monografias.com/trabajos82/atlas-medicina-forense/atlas-medicina-forense2

Cómo realizar la identificación de un cadáver

La identificación de cadáveres en el contexto forense se lleva a cabo mediante el proceso de comparar datos de un cadáver obtenidos de un centro de información. esto puede realizarse de manera orientada confrontando los datos ante-mortem del individuo, cuya identidad se presume con los datos del cadáver dado, de acuerdo con el nivel de certeza.

Actualmente para identificar un cadáver existe diversas maneras que permiten una identificación:

Fehaciente o positiva.

Identificación fehaciente o positiva.

Se considera fehaciente cuando existen coincidencias inequívocas entre los datos ante mortem y post-mortem para establecer que son de mismo individuo, las técnicas empleadas son:

Cotejo dactiloscópico o comparación de huellas digitales.

Esta técnica se realiza mediante cotejos de dactilogramas, es confiable cuando se realiza por profesionales expertos y se disponen de material adecuado, tanto ante-mortem como post-mortem, la identificación de huellas dactilares tiene dos principios fundamentales, las huellas dactilares son únicas y éstas no cambian a lo largo de la vida.

El perito experto establece la consistencia entre los dactilogramas registrados en una necrodactilia tomada al cadáver y los dactilogramas documentados en registros dactilares ante mortem (tarjeta decaactilar).

Figura 31.

Huellas dactilares



Fuente: Huellas dactilares: www.interpol.int/es/Como-trabajamos/Policia-cientifica/Huellas-dactilares

Cotejó odontológico.

Es la comparación de tratamientos odontológicos o patologías establecidas en la carta o radiografía dentales. Se unifica el sistema de dactiloscopia y se adopta la carta dental para fines de identificación.

Figura 32.

Registro dental



Fuente: Registro dental: <https://peritojudicial.com/perito-medico/odontologia-forense/>

Cotejo genético

Se realiza mediante análisis de muestras biológicas ante mortem con muestras post-mortem y muestras de familiares en primer grado de consanguinidad, padres, hermanos, abuelos.

Figura 33.

Genética forense



Fuente: Genética forense: <https://peritojudicial.com/genetica-forense/>

Identificación indiciaria o posible.

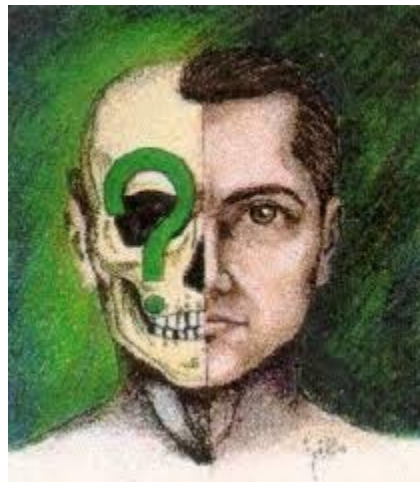
La identificación indiciaria da una alta probabilidad de identificación, basada en la concordancia de las características físicas, de prendas y pertenencias, y la relación de las circunstancias de la muerte para acercarse muy dentro de la persona y su identidad, como aspectos morfocromáticos y características cómo: talla, peso, edad, color de los ojos, cabello, señales particulares, características únicas altamente distintivas como amputaciones, deformidades, tatuajes, cicatrices u otras que permiten hacer un cotejo positivo entre los dientes malposiciones, diastemas, ausencias, y descripción de prendas de vestir como también pertenencias. la identificación posible puedes ir adecuada cuando se trata de cadáveres frescos con rasgos preservados y se dispone de información confiable,

también se puede establecer identificación posible mediante la comparación de radiografías, prótesis y material de osteosíntesis. (Administrador inmlcf-23-04-2021.*Identificación De Cadáveres En Colombia*)

En ocasiones la identificación del cadáver es dada por los familiares más cercanos este método de identificación indiciaria ya que nos da una información real.

Figura 34.

Identificación indiciaria



Fuente: Identificación indiciaria: www.criminologiaycriminalistica.com/post/qu%C3%A9-son-los-m%C3%A9todos-de-identificaci%C3%B3n-forense

Garantía de la cadena de custodia

Es un procedimiento destinado a garantizar la individualización, seguridad y preservación de los elementos y evidencias recolectadas de acuerdo a su naturaleza en toda investigación de un hecho posible para acariciar su autenticidad, es un procedimiento establecido por la normatividad jurídica que tiene como propósito garantizar la integridad,

conservación e inalterabilidad de elementos materiales de prueba como documentos, muestras (orgánicas o inorgánicas), armas, proyectiles, vainillas, estupefacientes, etc... entregados a los laboratorios criminalísticas u forenses por la autoridad competente a fin de analizar y obtener por parte de los expertos un concepto pericial.

Esto nos conlleva a los siguientes pasos:

1. Autenticidad
2. Capacidad demostrativa
3. Identidad
4. Integridad
5. Preservación
6. Seguridad
7. Almacenamiento
8. Continuidad
9. Registro

Los siguientes aspectos se constituyen en la pauta de interpretación diferentes etapas, hallazgos, recolección, embalaje, transporte, análisis y almacenamiento, con el fin de preservar su autenticidad y capacidad demostrativa a efectos de aportar suficientes elementos de convicción a las autoridades competentes para su valoración probatoria.

(nación,2018)

Figura 35.*Cadena de custodia*

Fuente: Cadena de custodia: <https://prezi.com/sywp5kgflwga/los-principios-de-cadena-de-custodia/>

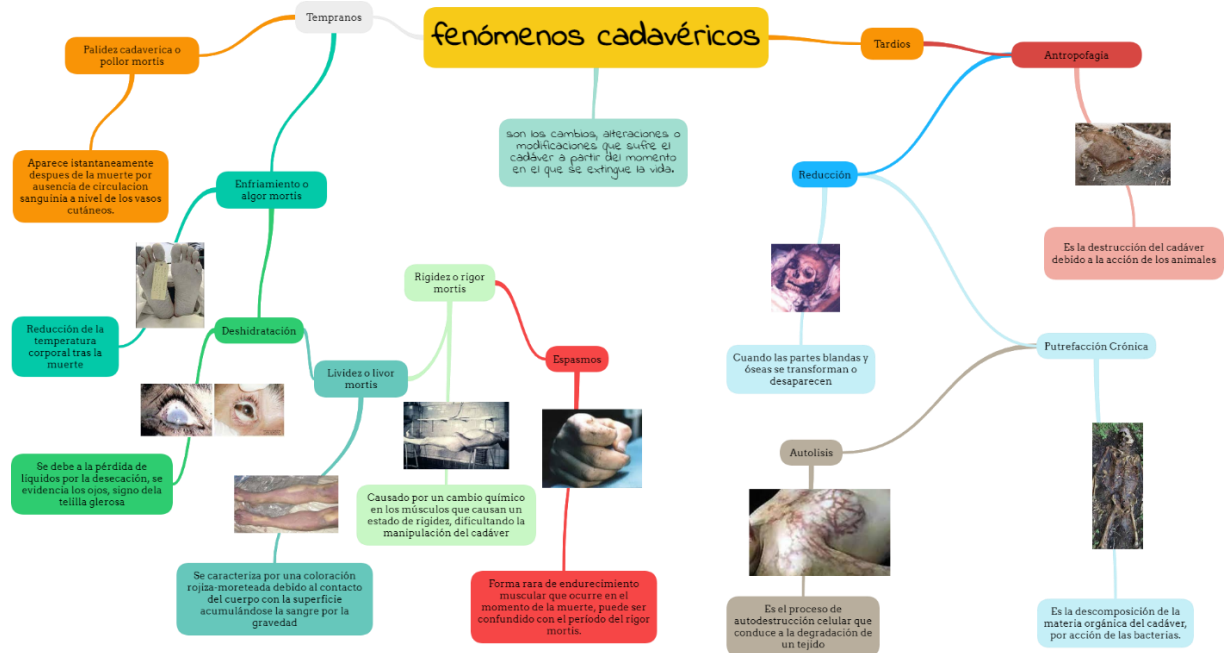
Fenómenos cadavéricos

Los fenómenos cadavéricos son los cambios de orden estructural, físico y químico que ocurren en el cuerpo humano en el momento de la muerte.

Nombre de fenómenos cadavéricos se designa el conjunto de cambios, modificaciones o alteraciones que acontece en un cuerpo una vez extintos los procesos bioquímicos vitales, éste sufre pasivamente la influencia de los fenómenos ambientales.

Figura 36.

Mapa mental: Fenómenos cadavéricos



Fuente: Mapa mental Fenómenos cadavéricos: Autoría propia diseñada en goconqr.

<https://www.goconqr.com/es/mindmap/34878473/fen-menos-cadav-ricos>

Legislación nacional

Ley 938 de 2004

Artículo 33. El Instituto Nacional de Medicina Legal y Ciencias Forenses pertenece a la Rama Judicial y se encuentra adscrito a la fiscalía general de la Nación, como establecimiento público del orden nacional, dotado de personería jurídica, patrimonio propio y autonomía administrativa.

Artículo 34. El Sistema de Medicina Legal y Ciencias Forenses en todo el territorio nacional, es organizado y controlado por el Instituto Nacional de Medicina Legal y Ciencias Forenses.

Artículo 35. La misión fundamental del Instituto es prestar auxilio y soporte científico y técnico a la administración de justicia en todo el territorio nacional, en lo concerniente a medicina legal y las ciencias forenses. ”Instituto Nacional De Medicina Legal Y Ciencias Forenses: <https://www.medicinalegal.gov.co/objetivos-y-funciones>”

Resolución No. 000733 de 2009

Por la cual se adopta el manual de Identificación de Cadáveres en la Práctica Forense.

Resolución No. 000785 de 2006

Por la cual se modifica la resolución No. 00051 del 10 de febrero de 2004 (cambia la denominación del Grupo de Dactiloscopia por GRUPO DE LOSFOSCOPIA).

Resolución No. 000606 de 2006

Por la cual se adopta el Instructivo para la utilización de los rótulos de Cadena de Custodia de elementos materiales probatorios o evidencias físicas en el Instituto Nacional de Medicina Legal y Ciencias Forenses.

Resolución No. 001037 de 2004

Por la cual se adopta la Guía Práctica para el Examen odontológico Forense.

Resolución No. 000248 de 2001

Por la cual se dictan unas disposiciones para el funcionamiento de la Red para la identificación de cadáveres. ''Instituto Nacional De Medicina Legal Y Ciencias Forenses: <https://www.medicinalegal.gov.co/objetivos-y-funciones>''

Integración de conceptos.

Radio lúcido y radiopaco

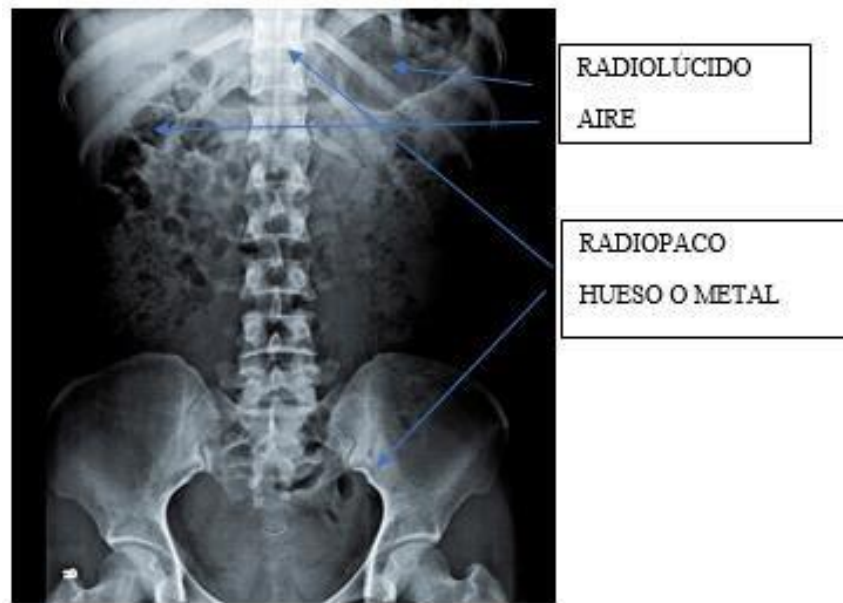
En la radiología convencional, la formación de imágenes resulta de la interacción de los rayos X con el cuerpo humano, los distintos tejidos absorben la radiación en distintos grados según sus características. La radiación logra atravesar los tejidos marcando la placa radiográfica. La placa al ser procesada muestra una imagen en escala de gris, que representa a las distintas estructuras del cuerpo.

Definición de radiolúcido: Es el tono que da el Rayo x en el atravesar los órganos blandos y se evidencia como una zona negra en la imagen.

Definición radiopaca: Es la incapacidad del Rayo x en pasar los diferentes materiales duros y se evidencia como una zona blanca en la imagen.

Figura 37.

Densidades en rx de abdomen



Fuente: Densidades en Rx de abdomen:

<https://www.actualpacs.com/blog/2017/12/28/radiografia-abdomen-cuando-realizarla-riesgos-beneficios/>

Estructuras que contienen aire se verán negras, y los músculos, la grasa y los líquidos aparecen como sombras de color gris.

Las 5 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

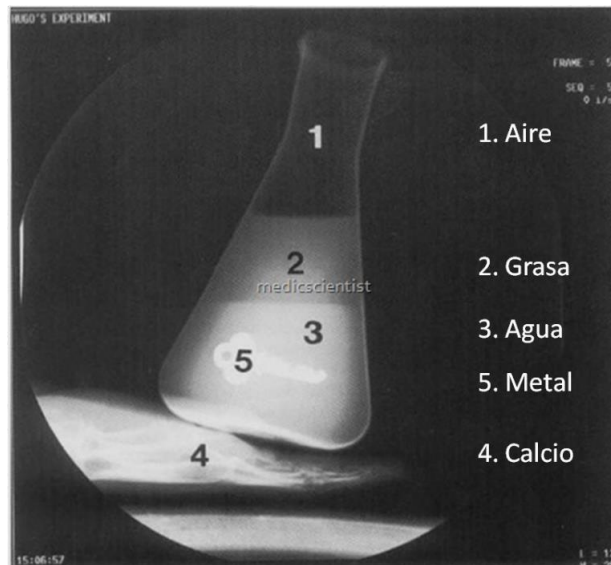
Metal-blanco opaco

Solo las cuatro primeras se encuentran naturalmente en el organismo. el metal siempre proviene del exterior, ya sea en la forma de cuerpos extraños, prótesis u otros dispositivos metálicos.

Material de contraste en radiología contiene elementos de alto número atómico (Bario, yodo) y por lo tanto su densidad es la del metal.

Figura 38.

Densidades radiológicas



Fuente: Densidades radiológicas: https://www.radiologia2cero.com/5-densidades-radiologicas/#1_Densidad_Aire

Densidad aire.

Los rayos X atraviesan el aire sin ninguna resistencia. no hay absorción y toda la radiación emitida pinta la placa y se verá en la imagen como el tono más oscuro.

Esta densidad se identifica fácilmente por ser de color negro radiolúcido.

Dentro de los organismos se encuentra los pulmones y en el interior del tubo digestivo.

Densidad grasa.

El tejido adiposo absorbe un mínimo de radiación, pero algo mayor que el aire.

Esta mínima atenuación, se traduce como un tono algo gris, un poco más oscuro que el aire.

Se puede ver en los tejidos celular subcutáneo, en las interfaces entre músculos, tejidos y rodea a los órganos intrabdominales y retroperitoneales.

Densidad agua

Los tejidos blandos, que tienen una gran proporción de agua, atenúan parcialmente el paso de los rayos X, en mayor proporción que la grasa.

En las radiografías se evidencia el color gris más claro que el tejido adiposo. Además de los músculos y tendones, la puedes ver en el mediastino (corazón y grandes vasos), en órganos sólidos (hígado y bazo) en los órganos huecos que contienen líquido (vejiga, vesícula biliar) o material semisólido (tubo digestivo).

Densidad calcio

El calcio, tiene alto número atómico y absorbe gran porción de la radiación recibida.

La radiación que llega a la placa es mínima y en la imagen el tejido se verá blanco. en la descripción de la imagen el término que debes usar es radiopaco o radio denso.

Es la densidad característica del hueso normal, también puedes verla en litiasis y estructuras normales habitualmente radiolúcidas que se calcifican, por ejemplo, (Los cartílagos costales).

Densidad metal

No la encontraréis en el cuerpo humano en condiciones normales. los metales absorben aún más radiación que el calcio. La radiografía se verá de color blanco muy intenso. Es la densidad que se presenta las prótesis, material de osteosíntesis, marcapasos y otros dispositivos metálicos. también se ven en los proyectiles, en las secuelas de heridas por arma de fuego.

También en los contrastes radiológicos orales o intravenosos, presentan esta densidad porque contienen elementos de alto número atómico.

Balística

La balística es la ciencia que con ayuda de la física y la química investigan el alcance, la trayectoria y los efectos de los proyectiles disparados por armas de fuego.

Cuando una bala es disparada, esta tiene trayecto hasta llegar a una barrera, que puede ser un objeto o un ser vivo. La balística estudia desde el momento que la munición es disparada, analizando todo su recorrido hasta que impacta con alguna superficie. Para hacer

este estudio se analiza fuerza, velocidad, aceleración, trayectoria y rotación; es aquí donde entra la física. Además, se considera otros elementos como temperatura, sustancias, gases, etc.... que es donde se pone en práctica la química.

La balística es una ciencia que ayuda a aclarar crímenes, encontrar culpables y sus resultados son utilizados como pruebas en los juicios.

¿Cómo se clasifica la balística?

La balística se clasifica en 3 especialidades como como puedes ver a continuación:

Balística interior:

Es la rama que estudia la munición mientras está dentro del arma. Posee un análisis del proceso desde que empieza a desplazarse, pasando por el tubo del arma, hasta que sale.

Figura 39.

Balística interna



Fuente: Balística Interna: <https://www.criminologiaycriminalistica.com/post/labal%C3%ADstica-interna>

Balística exterior:

Esta rama estudia el proyectil desde el momento que empieza su trayectoria fuera del arma hasta que choca con algún cuerpo o cae por falta de impulso.

Figura 40.

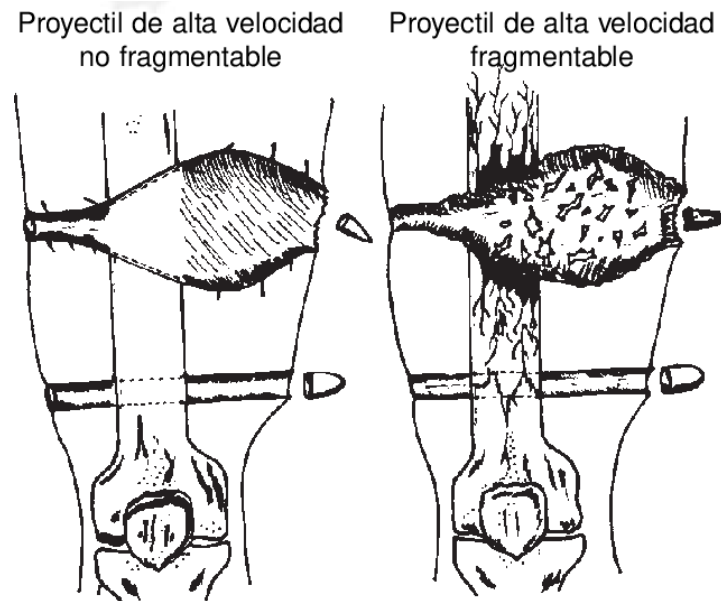
Balística interior



Fuente: Balística Exterior: <https://es.slideshare.net/agustinrojas4/balistica-exterior>

Balística de efectos:

También conocido como balística terminal, estudia los efectos que la bala causa al chocar con un cuerpo vivo o con un objeto.

Figura 41.*Balística terminal*

Fuente: balística terminal: <https://www.semanticscholar.org/paper/bal%C3%ADstica%3A-bal%C3%ADstica-de-efectos-o-bal%C3%ADstica-de-las-trovamala-molina/4ba84ea8e82a885566f4b7af4c919b3cc1330247>

Esta rama se subdivide en otras dos:

Balística forense.

Esta rama estudia el efecto de impacto de una bala con un ser vivo. Hace un análisis de las lesiones y los problemas ocasionados por el proyectil.

Balística policial.

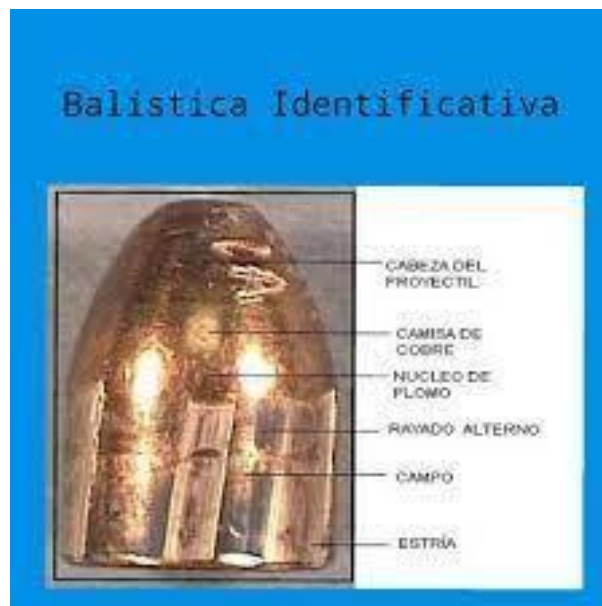
Es el área que complementa la balística forense y se encarga de la investigación policial, que puede ser:

Balística identificativa:

Estudia la marca producida en la superficie de la munición para identificar su origen.

Figura 42.

Balística identificativa



Fuente: Balística Identificativa: <https://es-la.facebook.com/CriminologiaCriminalistica/posts/1370821043018574/>

Balística operativa:

Estudia los tipos de arma y sus mecanismos, además de analizar todo lo que la balística identificativa no estudia.

Figura 43.

Balística operativa



Fuente: Balística Operativa: <http://soycriminalista.blogspot.com/p/balistica-forense-balistica-es-la.html>

Estado del arte

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 necropsia, lo más utilizado es la radiografía digital, el TC y la Resonancia.

En reconocimiento, lo más preciso es el cotejo del ADN.

Conclusión

Se integra información de suma importancia para el ejercicio profesional, aclarando conceptos empleados en la técnica de radiología convencional y en balística, como detallando la diferencia entre diversos criterios radiológicos y conceptos como radiolúcido y radiopaco. Así mismo, se evidencio que para poder establecer la causa de la muerte y el material contundente que se empleó, es indispensable la aplicación del par radiológico el cual permite definir el lugar de alojamiento del material extraño en la anatomía humana.

Así mismo, con el presente trabajo se evidencia la importancia de brindar un adecuado protocolo y manejo del cadáver, pues al tener información sensible y privada, además de velar por el respeto de la dignidad y confidencialidad de la persona, se debe garantizar la adecuada implementación de la cadena de custodia en la radiología forense, pues el preservar y mantener intacta la información dentro de los procesos de aplicación en los estudios, se garantiza un adecuado y eficaz ejercicio profesional, constituyendo una prueba fundamental para el esclarecimiento de sucesos específicos con la proporción de pruebas objetivas y concisas.

Referencias Bibliográficas

- Alonso, J. (2013) Neurociencia. *El algor, el rigor y el livor*. Sitio web:
<https://jralonso.es/2013/05/29/csi-y-hora-de-la-muerte/#:~:text=Cl%C3%A1sicamente%20hab%C3%ADa%20tres%20factores%20fundamentales,el%20rigor%20y%20el%20livor.&text=Para%20medir%20la%20temperatura%20del,calor%20residual%20en%20el%20cuerpo>
- Aso, J., Martínez, J., Aguirre, R. y Baena, S. (2006). *Virtopsia. Aplicaciones de un nuevo método de inspección corporal no invasiva en ciencias forenses*. Sitio web:
<http://scielo.isciii.es/pdf/cmfn40/Art01.pdf>
- Bruckner, J & Reyes, S. (2005) *Métodos Científicos de Identificación de Cadáveres*. Sitio web:
<http://www.odontocat.com/odontocat/nouod2/pdf/article%20cita%20odt%2024.pdf>
- ConSalud.es. (2018). Salud Digital. *Virtopsia, la tecnología que pretende revolucionar la medicina forense*. Sitio web: <https://consalud.es/saludigital/revista/virtopsia-la-tecnologia-que-pretende-revolucionar-la-medicina-forense-579>
- Fonseca, G.M., Vigano, P., Olmos, A. (2010) Cuadernos de medicina forense. *Odontoidentificación, "Falsas apariencias" y "Los Cazadores de Mitos"* Vol. 16, n4. pp 205-215. Sitio web:
http://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1135-76062010000300004&lng=es&tlng=es
- González, S. A., & Pérez, J. M. S. (2011). Radiología forense. *Revista de la Sociedad Española de Enfermería Radiológica*, 8(3), 114-123. Sitio web:
<https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=3802431>

Instituto Nacional de Medicina Legal y Ciencias Forenses (2011). *Práctica para el Examen*

Odontológico Forense: Sitio web:

<https://www.medicinalegal.gov.co/documents/20143/40473/Gu%C3%ADa+pr%C3%A1ctica+para+el+examen+odontol%C3%B3gico+forense+versi%C3%B3n+03..pdf/e1391340-2cae-97cf-8744-4e65882ba787>

Kousen, J (s.f). La carta dental como medio probatorio de identificación. *Estudio sobre la eficacia del Odontograma a partir de la mayoría de edad*: Sitio web:

<https://repository.ucatolica.edu.co/bitstream/10983/8111/4/LA%20CARTA%20DENTAL%20COMO%20MEDIO%20PROBATORIO%20DE%20IDENTIFICACION.pdf>

Editorial Tebar Flores. (2009) *Manual de criminalística y ciencias forenses*. ProQuest

Ebook Central. Sitio web:

<https://elibro-net.bibliotecavirtual.unad.edu.co/es/ereader/unad/51950?page=1>

Montes, G., Otálora, A. y Archila G. (2013). *Aplicaciones de la radiología convencional en el campo de la medicina forense*: Sitio web:

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

Olano S.(julio-2005) Medicina forense en imágenes. *Síndrome de asfixia Sumersión*. Sitio

web: https://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1135-76062005000300006

Serranol, J. (2017). Medicina legal y forense. Sitio web:

<https://www.ucm.es/data/cont/docs/185-2017-08-10-185-2013-07-15-documento19281.pdf>

Sibon, A.; Martinez, P.; Vizcaya, M. y Romero, J. (2005) Medicina forense en imágenes. *Síndrome de Asfixia Sumersión*. Sitio web:

https://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1135-76062005000300006

Velsid. (2006). Xakateca ciencia *Virtopsia, autopsia virtual*: Sitio web:

<https://www.xatakaciencia.com/tecnologia/virtopsia-autopsia-virtual>