

La intervención de la radiología e imagenología forense en la lesionología por radiación ionizante y no ionizante

Helix Ivan Barajas Calderon¹

doc.helixbarajas@gmail.com

RESUMEN

El descubrimiento de los rayos X en 1895 por Wilhem Conrad Röntgen y el desarrollo de las primeras técnicas de radiodiagnóstico médico, la medicina forense ha utilizado este método de diagnóstico en sujetos vivos y cadáveres para la estimación de la edad, e identificación (2). Esta es la disciplina que conforma las ciencias forenses, al cual utiliza las radiaciones ionizantes o Rx con fines criminalísticos, asistiendo de manera auxiliar a las otras ciencias, caben mencionar como: odontología, anatomía patológica, medicina legal o lesionología y a la antropología forense. En ese sentido los estudios radiológicos son usados tanto en cadáveres y restos óseos (exhumaciones), como en otras estructuras que requieran ser evaluadas, obteniendo así márgenes radiológicos que pueden aportar hallazgos de interés criminalístico, así, como cuerpos extraños, tales como proyectiles de arma de fuego, perdigones, cuerpos extraños, fracturas, elementos de identificación como la edad ósea los cuales ayudan a esclarecer un hecho punible (16).

Palabras clave. forense; radiología; imagenología; lesionología; virtopsia.

Correspondencia: doc.helixbarajas@gmail.com

Artículo recibido: 02 mayo 2022. Aceptado para publicación: 25 mayo 2022.

Conflictos de Interés: Ninguna que declarar

Todo el contenido de **Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar**, publicados en este sitio están disponibles bajo Licencia [Creative Commons](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/) .

Como citar: Barajas Calderon, H. I. (2022). La intervención de la radiología e imagenología forense en la lesionología por radiación ionizante y no ionizante. *Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar*, 6(3), 2954-2973. DOI: https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v6i3.2431

¹ Maestrante en Ciencias Forenses y Criminología; Ex Perito A en el Instituto Jalisciense de Ciencias Forenses; Profesor de Asignatura Tipo B Universidad de Guadalajara; Centro Universitario de Ciencias de la Salud; Centro Universitario de Tonalá; Médico Adscrito del Hospital Civil de Guadalajara “Dr. Juan I. Menchaca”; Perito Auxiliar del Consejo de la Judicatura del Estado de Jalisco y de la Federación.

The intervention of radiology and imaging in ionizing and non-ionizing radiation lesionology

ABSTRACT

The discovery of X-rays in 1895 by Wilhem Conrad Röntgen and the development of the first medical radiodiagnosis techniques, forensic medicine has used this method of diagnosis in living subjects and corpses for age estimation and identification. This is the discipline that makes up the forensic sciences, which uses ionizing radiation or Rx for criminal purposes, assisting in an auxiliary way the other sciences, such as: dentistry, pathological anatomy, legal medicine or lesionology and forensic anthropology. In this sense, radiological studies are used both in corpses and bone remains (exhumations), as well as in other structures that need to be evaluated, thus obtaining radiological margins that can provide findings of criminal interest, as well as foreign bodies, such as weapon projectiles. of fire, pellets, foreign bodies, fractures, identification elements such as bone age which help to clarify a punishable act

Key words. forensic; radiology; imaging; lesionology; virtopsy.

INTRODUCCIÓN

Desde el descubrimiento de los rayos X en 1895 por Wilhem Conrad Röntgen y el desarrollo de las primeras técnicas de radiodiagnóstico médico, la medicina forense ha utilizado este método de diagnóstico en sujetos vivos y cadáveres para la estimación de la edad, e identificación (2). La radiología e imagenología forense es la aplicación de las técnicas radiográficas que habitualmente se utilizan en el diagnóstico e interpretaciones en la Medicina Forense ha dado lugar a una nueva disciplina dentro de la Medicina: La radiología e imagenología forense (1). Esta es la disciplina que conforma las ciencias forenses, al cual utiliza las radiaciones ionizantes o Rx con fines criminalísticos, asistiendo de manera auxiliar a las otras ciencias, caben mencionar: odontología, anatomía patológica, medicina legal o lesionología y a la antropología forense. En ese sentido los estudios radiológicos son usados tanto en cadáveres y restos óseos (exhumaciones), como en otras estructuras que requieran ser evaluadas, obteniendo así márgenes radiológicos que pueden aportar hallazgos de interés criminalístico, tales como proyectiles de arma de fuego, perdigones, cuerpos extraños, fracturas, elementos de identificación como la edad ósea los cuales ayudan a esclarecer un hecho punible (16). Su ámbito de aplicación abarca desde las autopsias, la evaluación de fracturas en caso de maltrato, en la documentación eficaz de la tortura y otros tratos o penas crueles, inhumanas o degradantes, en especial ante sospecha de maltrato infantil, geriátrico, la identificación, documentación en casos de negligencia o discapacidad, estimación de la edad, tráfico de drogas y falsificación de obra de arte, basándose en datos obtenidos a partir de técnicas de radiología convencional o de los métodos modernos de imagen diagnóstica como la tomografía Computarizada (TC), la Resonancia Magnética (RM), o la ecografía, que en el caso de su aplicación en las autopsias se les ha llamado virtopsia y ecopsia. Estas nuevas técnicas están demostrando su gran potencial en las investigaciones en las ciencias forenses al ser no invasivas y no destructivas, en el caso de las necropsias, por su rapidez en el diagnóstico y el fácil sistema de archivo y registro, ya que la información se puede almacenar de forma indefinida y revisarse cuantas veces sea necesario, se pueden realizar muchos procesos de análisis de imagen, como reconstrucciones en volumen o mediciones morfométricas y los datos pueden ser enviados a otros especialistas sin manipular las muestras. Actualmente debido al costo económico, la necesidad de infraestructura, la falta de recurso humano, enseñanza y

experiencia, es difícil aplicar las técnicas radiográficas para reforzar una resolución pericial, por desgracia, es una práctica común, ya que existe una escasa o nula difusión del área física, el equipo e instalaciones, para llevar a cabo la aplicación de la radiología e imagenología forense la cual se involucró por casualidad o circunstancias. Por lo tanto, si se contara con el recurso se convertirán sin duda en una herramienta fundamental para las investigaciones en las Ciencias Forenses. (1)

Lesión

El Concepto es toda alteración de la salud o cualquier otro daño que deja huella material en el cuerpo humano, si estos efectos son producidos por una causa externa. (27,28.30)

Agentes vulnerantes

Son todos aquellos objetos capaces de hacer daño.

A.- Agentes mecánicos.

B.- Agentes físicos.

C.- Agentes químicos.

D.- Agentes biológicos. (27,28.30)

Introducción

Los rayos x y los rayos gamma son radiaciones de onda corta que transportan energía suficiente para producir la ionización de los materiales que las absorben; recuerde que como ionización se conoce el fenómeno por el cual los átomos o grupos de átomos pierden o adquieren electrones, y así se convierten en iones que poseen una o más cargas elementales, positivas o negativas, los rayos x y los rayos gamma son tipos de radiación idénticas, cuya única diferencia está en las fuentes de donde se originan:

- Los rayos x, también llamados rayos roentgen: se producen artificialmente en tubos especiales.
- Los rayos gamma: son emitidos de manera espontánea por sustancias radiactivas.

Los rayos x fueron descubiertos por Wilhem Conrad Röntgen, investigador de la universidad de wüzburg, en noviembre de 1895. se comprobó que se generaban por el impacto de los rayos catódicos sobre un blanco de cualquier material, aunque sustancias pesadas de alto punto de fusión, como el tungsteno, resultaron ser las más convenientes. en diciembre de ese año, roentgen anuncio su descubrimiento y como final de su demostración tomo la radiografía de una mano del profesor de anatomía, albert von

kölliker, quien de modo espontáneo bautizo a las nuevas radiaciones como "rayos x". (20, 22, 25, 26,33,35)

Las propiedades de estas radiaciones destacaron

- La impresión de placas fotográficas.
- La producción de fluorescencia de muchas sustancias.
- La ionización del aire y / o Secundaria. (25, 26,)

Se estableció que los organismos eran atravesados por los rayos x y los tejidos en menor grado que los huesos. pocas semanas después en las clínicas de Viena se empezaron a emplear los rayos x como método de diagnóstico. Algunos meses después del descubrimiento de las citadas radiaciones por roentgen, Bécquerel comprobó, en 1896, que las sales de uranio impresionaban, tras varias horas de exposición, una placa fotográfica protegida por papel negro. Se estableció que este fenómeno se debía a la emisión espontánea de radiaciones penetrantes por parte del uranio; esto se ha llamado **radiactividad natural**. Los esposos Curie descubrirían sustancias más activas que el uranio, como el polonio, y el radium; estas investigaciones valieron a Bécquerel compartir con los esposos el premio nobel de física en 1903. Los efectos nocivos de la radiación ionizante fueron reconocidos pronto, el asistente de Thomas Edison murió a causa de metástasis de carcinoma epidermoide (de la piel), al cabo de ocho años de exposición en experimentos con rayos x. madame Curie falleció por anemia aplásica inducida por el radium a que estuvo expuesta en sus trabajos de investigación. (35)

Las fuentes de radiación se pueden distinguir en naturales y artificiales.

Las Fuentes Naturales: son los cosmos y la tierra; en la tierra está representado por sustancias como el radium y el thorium, en rocas y arenas; el uranio en minas y molinos, entre los lugares de elevada radiactividad naturales destacan Kerala en la india y el sureste de Brasil. La radiación cósmica debida al sol y otros elementos del espacio exterior contribuyen a aumentar la radiactividad de tierras y rocas en la meseta de colorado en estados unidos de américa. (20, 22, 25, 26,33,35)

Las Fuentes Artificiales: son los equipos de radiodiagnóstico, los agentes farmacéuticos empleados en medicina nuclear (isótopos) y las fuentes de radiación empleadas en la industria y aparatos de radiación terapéutica como la bomba de cobalto 60, las plantas de energía nuclear producen desechos radiactivos como gases, líquidos y sólidos. (20, 22, 25, 26,33,35)

Etiología

Este tipo de trauma o lesión suele ser accidental, desde 1940, se calcula que ha ocurrido un centenar de incidentes de radiaciones importantes atributos a la exposición a radioisótopos, generadores de rayos x, aceleradores, generadores de radar y fuentes similares de radiación ionizante; entre las ocupaciones de alto riesgo deben mencionarse a los radiólogos, mineros de uranio, pintores de “diales” con radium, operaciones de plantas nucleares y personal militar.

Mecanismo

la radiación ionizante reacciona con la materia mediante la adición o sustracción de cargas eléctricas a sus átomos o a sus moléculas, que ordinariamente son neutras, para convertirlas en iones que tienen cargas eléctricas. La exposición externa a rayos x, gamma, a la radiación con protones y neutrones provoca una elevada absorción; en cambio, las partículas beta penetra muy poco la piel y las partículas alfa no la penetran del todo, por el contrario, la exposición interna a partículas alfa o beta por inhalación, implante o ingestión puede causar serias lesiones agudas o tardías; cuando se sospecha la existencia de contaminación radiactiva, se recomienda cumplir con el procedimiento de descontaminación del paciente. (20, 22, 25, 26,33,35)

Evaluación de la relación riesgo/beneficio

Esencialmente las reglas son:

- El beneficio potencial de la prueba siempre debe ser mayor que el riesgo
- Un examen de diagnóstico por imágenes está indicado solo si es probable que sea útil en el manejo del paciente y si el riesgo del procedimiento es menor que el riesgo de pasar por alto un trastorno tratable.
- Es responsabilidad del especialista en imágenes y del tecnólogo garantizar que la dosis de radiación durante la obtención de imágenes se mantenga al mínimo de acuerdo con el principio **ALARA** (tan bajo como sea razonablemente posible), mientras se mantiene la calidad diagnóstica del examen.

Unidades de radiación

- Es el nuevo sistema internacional de unidades (**si**).
- El antiguo sistema de unidades centigramo/gramo/segundo (**cgs**).

Unidades que se utilizan para la radiación: (34,35)

Criterios	Unidades (si)	Unidades (cgs)
Desintegración por segundo. cantidad de rayos x o gamma en un punto determinado.	becquerel (bq). coulomb (c)/kg° de aire.	curie (ci). roentgen (r)°
Cantidad de radiación absorbida por unidad de masa.	gray (gy) joule (j) kg	rad erg
Efectos biológicos por exposición a un roentgen de rayos x o gamma	sievert (sv)	rem

° dosis por unidad de tiempo: coulomb/ kg de aire/ hora roentgen/hora.

La comisión internacional sobre unidades radiológicas y mediciones (**icru**) he recomendado que las antiguas unidades (**cgs**) sean sustituidas por las correspondientes unidades (**si**).

Límites de exposición a radiación externa en adultos: (34,35)

Órgano radiado	Radiación máxima
todo el cuerpo, cabeza, tronco, brazo y muslo	0.05 sv (5 rems) por año o 0.3 sv (3rems) en cualquier trimestre.
codo, antebrazo, mano, rodilla, pierna y pie.	0.05 sv (50 rems) por año.
cristalino.	0.15 sv (15 rems) por año.
piel (por cada 10 cm.)	0.5 msv (0.05rems) por año.
mujeres embarazadas	0.5 msv (0.05 rems) por mes o 0.5msv. (0.5 rems) por embarazo.
menores de edad	aplicación 10% de los límites anuales aplicados al adulto.

Factores de ponderación de tejido para órganos específicos

Órgano tejido	Factor de ponderación del tejido
Góndolas	0.20
Médula ósea roja	0.12
Colon	0.12
Pulmón	0.12
Estómago	0.12
Vejiga	0.05
Seno	0.05
Hígado	0.05
Esófago	0.05
Tiroides	0.05
Piel	0.01
Superficie ósea	0.01
Cerebro	0.01
Glándulas salivales	0.01
Recordatorio	0.05

Dosis efectivas típicas de las investigaciones por imágenes

Como guía general (y debe tenerse en cuenta que las cifras están sujetas a una gran variabilidad; dependiendo del equipo, la técnica, la cantidad de películas requeridas, etc.) se dan las siguientes cifras de dosificación en miliSieverts (mSv) para algunos procedimientos más comunes.

Dosis efectivas típicas para procedimientos comunes

Investigación por imágenes	Dosis efectiva (msv)	Número equivalente de radiografías de tórax	Período equivalente de radiación natural
Radiografía simple			
extremidades	0.01	0.50	1,5 días
Pecho	0.02	1.00	3 días
Cráneo	0.07	3.50	11 días
Columna cervical	0.10	5.00	15 días
Columna torácica	0.70	35,0	4 meses
Espina lumbar	1.30	65,0	7 meses
Cadera	0.30	15.0	7 semanas
Pelvis	0.70	35,0	4 meses
Abdomen	1.00	50.0	6 meses
IVP	2.50	125	14 meses
Golondrina de bario	1.50	75,0	8 meses
harina de bario	3.00	150	16 meses
seguimiento de bario	3.00	150	16 meses
Enema de bario	7.00	350	3,2 años
Tomografía computarizada			
Cabeza	2.30	115	1 año
Columna cervical	1.50	75,0	8 meses
Columna torácica	6.00	300	2,5 años
Pecho	8.00	400	3,6 años
Espina lumbar	3.30	165	1,4 años
Abdomen	10.0	500	4,5 años
Pelvis	10.0	500	4,5 años
Medicina nuclear			
Imagen ósea (Tc-99m)	4.00	200	1,6 años
Perfusión Cerebral (Tc-99m)	5.00	250	2,0 años
Ventilación Pulmonar (Xe-133)	0.30	15.0	7 semanas
Perfusión Pulmonar (Tc-99m)	1.00	50.0	6 meses
Perfusión Miocárdica (Tc-99m)	6.00	300	2,5 años
Imágenes miocárdicas (FDG-PET)	10.0	500	4,0 años
Imágenes de tiroides (Tc-99m)	1.00	50.0	6 meses
Renograma DTPA	2.00	100	10 meses
Renograma DMSA	0.70	35,0	3,5 meses
Imágenes hepatobiliares HIDA	2.30	115	1.0 años

La dosis de radiación natural promedio en todo el mundo es de 2,4 mSv por año.

La Fisiopatogenia y Lesionología de la radiación ionizante

Radiosensibilidad

En teoría, todas las células de los mamíferos pueden ser destruidas por radiaciones ionizantes, pero la dosis requerida varía enormemente. Los factores o condiciones de que depende la radió sensibilidad son varios, uno de los más importantes es la duración del ciclo reproductivo de cada célula, cuanto más corto es su ciclo reproductivo, más radió sensible es la célula, así, los testículos y la médula ósea son los más sensibles, mientras que la boca y el hueso del adulto son muy radió resistente; no siempre existe esta relación, por ejemplo; el cristalino: sufre opacidad (catarata) con dosis mucho más baja de lo que se esperaría por las características de las células que lo forman las glándulas endocrinas son muy radió resistentes, a pesar de la abundante red capilar de que disponen, los linfocitos, de vida muy larga, están entre las células más radió sensibles. Otros aspectos importantes por señalar entre los efectos patológicos de la radiación es la falta de especificidad; la radiación no deja marcas patognomónicas, las alteraciones morfológicas que origina son a veces características.

Síndrome de la radiación aguda

Este cuadro clínico se debe a la exposición a radiaciones ionizantes de breve duración, pero de gran intensidad y que afecta a todo o a partes del organismo.

Aspectos clínicos: (34,35)

- **Con dosis de 100 a 400 cgy:** las manifestaciones empiezan entre dos y seis horas y persisten por 48 horas.
- **Con dosis de 600 a 1000 cgy:** los síntomas se manifiestan a las dos horas y luego se confunden con la enfermedad de fondo.
- **Con dosis de 1000 a 3000 cgy:** dan lugar a manifestaciones gastrointestinales inmediatas, como erosión de la mucosa con deposiciones de muco sanguinolentas.
- **Dosis superiores a 3000 cgy:** son mortales, ya que comprometen el sistema neurológico en forma progresiva, con temblores y convulsiones.

De manera general en este síndrome agudo pueden distinguirse, cuatro fases:

- Pródromos.
- Fase de latencia.
- Enfermedad
- Recuperación

Pródromos: hay predominio de síntomas digestivos y neurológicos como:

- Anorexia.
- Nauseas.
- Vomito.
- Diarrea.
- Dolor tipo cólico.
- Salivación excesiva.
- Deshidratación.
- Fatiga.
- Apatía.
- Postración.
- Fiebre.
- Disnea.
- Ataxia.
- Cefalea.
- Hipotensión arterial.

Fase de latencia: hay un periodo de relativo bienestar antes del comienzo de la enfermedad. este periodo no existe cuando la dosis de exposición es muy elevada.

Fase de enfermedad: Los efectos son hematopoyéticos: consisten en la disminución de linfocitos, granulocitos, plaquetas, y eritrocitos. como síntomas:

- Fatiga.
- Debilidad.
- Fiebre.
- Diarrea.
- Anorexia.
- Pérdida de peso.
- Caída del cabello.
- Íleo paralítico.
- Arritmias cardíacas.
- Ataxia.
- Desorientación.
- Convulsiones.

- Coma.
- Shock.
- Se han informado de colapso cardiovascular, pericarditis y miocarditis.

Fase de recuperación

- **Con dosis superiores a 200 cgy:** puede afectarse el aparato reproductor (esterilidad, azoospermia, amenorrea (ausencia del sangrado menstrual), y muerte fetal).
- **En dosis por debajo de 600 cgy:** es buena la recuperación si se proporciona tratamiento adecuado.
- **En dosis mayores de 600 cgy pero por debajo de 1000 cgy:** la sepsis es la mayor causa de morbilidad y mortalidad.

Tratamiento: consiste en la:

- Descontaminación del paciente.
- Su hospitalización.
- Atención multidisciplinaria (hematólogos, oncólogos e infectólogos).
- Signos vitales.
- Equilibrio hidroelectrolítico.
- Vigilar las funciones hematopoyéticas.
- Gastrointestinales.
- Neurología.

Las lesiones localizadas aparecen durante los dos primeros meses, al principio como edema de la piel, acompañada con depilación y ausencia de sudoración. estas lesiones de la piel se llaman radio dermatitis y se clasifica o se distinguen en agudas y crónicas.

Lesiones localizadas por radiación aguda: (34,35)

EFEECTO:	DOSIS (EN CGY):
Caída del cabello	más de 300
Eritema	más de 1000
Descamación húmeda	más de 2000

Primer grado

- tiene una etapa de un mes de duración, en la cual hay pérdida temporal del cabello.
- hay una segunda etapa eritematosa que se prolonga de uno a dos meses y que puede dejar como secuela una pigmentación oscura y alopecia definitiva.

Segundo grado

- hay formación de ampollas que tardan de dos a cuatro meses y dejan cicatriz atípica.

Tercer grado

- **Se caracteriza por la llamada ulcera de roentgen:** verdadera necrosis que puede llegar hasta el hueso. su cicatrización es difícil y toma varios meses. en los casos favorables deja una cicatriz blanquecina que se adhiere a las partes profundas.
- **La radio dermatitis crónica:** consiste en úlceras de evolución tórpida con dolores neuríticos; puede sufrir transformaciones malignas (carcinoma epidermoide). la radiación daña la pared de los vasos sanguíneos, en especial su endotelio (capa externa, media y íntima o interna) y la oclusión vascular origina fenómenos tróficos.
- Es una manifestación de la aplicación de radioterapia en dosis altas, o sobreviene por exposición ocupacional repetida a rayos x. se manifiesta años después por atrofia, telangiectasias, hiperpigmentación o hipopigmentación moteada, y úlceras o cicatrices; en piel cabelluda, alopecia; en los 10 a 55% es posible que muchos años después dé por resultado carcinoma epidermoide con metástasis, y más rara vez, epiteloma basocelular.
- No ha de confundirse con **b).- la radio dermatitis aguda:** el estado es muy inflamatorio y muy transitorio que ocurre en el transcurso de exposición a radiaciones o poco después.

Tratamiento

- Como medidas paliativas, pastas inertes y protección contra sustancias irritantes; si es posible, tratamiento quirúrgico con aplicación de injerto.

Efectos tardíos de altas dosis de radiación:

Es frecuente observar la piel seca, suave, brillante, adelgazada, pruriginosa y sensible, como efecto tardío de altas dosis de radiación. más tarde se observa telangiectasias, atrofia y pigmentación difusa. las uñas se vuelven estriadas y frágiles; también se ha descrito arteritis obliterante, estenosis intestinal, fibrosis pulmonar y cataratas.

Otros efectos atribuidos a altas dosis de radiación ionizante son:

- enrojecimiento prematuro.
- acortamiento de la expectativa de vida.
- anomalías teratogénicas.
- el sistema reproductivo.

Las complicaciones malignas:

- **el cáncer óseo:** por radioisótopos.
- **cáncer tiroideo:** atribuido a radiación del timo en la niñez.
- **cáncer hepático:** por la administración de dióxido de torio.
- **cáncer de pulmón:** relacionado con productos de la desintegración del radón en mineros de uranio.
- **leucemia:** en individuos que recibieron radioterapia para la espondilitis anquilosante.

Diagnostico medicolegal

El diagnostico medicolegal de trauma o de lesión por radiación ionizante se fundamenta en lo siguiente:

- Historia clínica.
- Alteraciones microscópicas.
- Alteraciones hipológicas.
- Diagnostico diferencial. (27,28,30)

Historia clínica

- Mediante la historia clínica es posible descubrir que puedan ser importantes para el diagnóstico médico legal.

Alteraciones macroscópicas

- Consisten en úlceras crónicas obstructivas en tracto digestivo.
- Úlceras crónicas en piel.
- Depilación.
- Necrosis ósea o cartilaginosa de origen oscuro.
- Anemia.
- Leucopenia o depresión de medula ósea de origen oscuro.

Alteraciones Histológicas: las principales son:

- aberración cromosómica o forma dicéntricas y anulares en frotis de linfocitos de sangre periférica cultivados.
- células gigantes de grandes núcleos.
- daño vascular.
- hialinización de fibras colágenas y aumento de sustancias intercelular que incluya elastina.
- atrofia parcial o desaparición de algunas células con fibrosis.

Diagnostico diferencial

- En el caso de personas que sufren una enfermedad maligna, por la cual son sometidas con fines terapéuticos a radiación ionizante, como la cobaltoterapia 60, e incidentalmente sufren una sobredosis, el perito médico forense debe aclarar que se debe a la enfermedad de fondo y que al efecto nocivo del exceso de radiación. (27,28,30)

Clasificación médico legal de las lesiones

Objetivos Primordiales

- Clasificar en si las lesiones (criterio exclusivamente medico).
- Calificación de estas, es decir precisar la sanción al responsable (actividad particularmente jurídica). (27,28,30)

Criterios Medico Legales

- **Cronológico**: dependiendo de los días en que tarde en sanar una lesión.
- **Funcional**: dependiendo de que si entorpezcan o debiliten alguna función
- **Somático**: si existen o no pérdidas somáticas o funcionales
- **Estético**: si producen lacras o deformidades que dejen cicatrices notables en cara
- **Gravedad**: si ponen o no en peligro la vida de manera inminente. (27,28,30)

Al describir las características de las lesiones, hay que precisar

- Su ubicación.
- Su trayectoria.
- Su profundidad.
- Definir los orificios de entrada y salida.
- Mencionar signos agregados y características que permitan establecer el objeto o instrumento vulnerante.
- Mencionar con todo esto su clasificación jurídica de cada País o Estado. (27,28,30)

CONCLUSIÓN.

Los principales estudios antropológicos, odontológicos, radiológicos, genéticos y patológicos Forenses, en la investigación del caso que nos ocupa fueron de primordial importancia, ya que los mismos nos aportaron elementos científicos probatorios que contribuyeron a establecer la identidad del cadáver, así como la causa de su muerte, previo el conocimiento y denuncia sobre la desaparición de este. El análisis multidisciplinario, trae como resultado final, la entrega de informes periciales más

precisos y completos que aporten elementos de convicción en la investigación de hechos punibles. Esto sólo es posible mediante el trabajo en equipo de las distintas disciplinas, donde el ambiente general de entendimiento haga que se avance cada vez más en el conocimiento de debilidades y errores, en la búsqueda de soluciones para así alcanzar la implementación de medidas de aseguramiento en la calidad de la práctica pericial, individual y del equipo. De todo lo anteriormente dicho, resaltamos la importancia que han de tener las técnicas realizadas por estos profesionales cuando en ciertos casos no es posible aplicar los métodos normales de identificación, dadas las circunstancias de los hechos y las condiciones en que se encuentran los cuerpos o restos humanos, pues cada individuo posee un conjunto de caracteres físicos internos y externos que permiten reconocerlo en un momento dado. Identificar es individualizar estos elementos y compararlos con otros indicadores obtenidos de los familiares de las víctimas y es por eso la importancia de la intervención de la radiología e imagenología Forense, para la implementación e impartición de justicia en México. (32, 33, 34, 35, 36)

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- Astorga, S. & Sánchez, J. (2011). Radiología forense. Mayo, 2015, de Dialnet Sitio web:
<http://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=3802431>
- Garamendi, P. & Landa, M. (2010). Estimating age using radiology. Mayo, 2015, de Elsevier
Sitio web:
<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0377473210700304>
- Aso, J. Martínez, JV. Aso-Vizán, J. Pons, J. Arregui, R. & Baena, S. (2005). virtopsia. Aplicaciones de un nuevo método de inspección corporal no invasiva en ciencias forenses. Mayo, 2015, de Scielo, España Sitio web:
<http://scielo.isciii.es/pdf/cmfn40/Art01.pdf>
- Sejias, N. Castro, J. Pacheco, M. Avidad, V. Colmenares, T. Salazar, M. González, O. Moreno, M. Fossy, P. Sánchez, D. & Zambrano, P. (2013). Trabajo multidisciplinario del equipo forense en la identificación y causa de muerte: Un caso de estudio. Mayo, 2015, de Dirección general para el apoyo de la investigación penal Sitio web:
http://criminalistica.mp.gob.ve/userfiles/file/Art%C3%ADculo_Trabajo%20Multidisciplinario_MP.pdf
- Montes, G. Otálora, A. & Archilla, G. (2013). Aplicaciones de la radiología convencional en el campo de la medicina forense. Mayo, 2015, de Colegio interamericano de

- Radiología Sitio web:
http://www.webcir.org/revistavirtual/articulos/marzo14/colombia/col_esp_a.pdf
- f
- Galtes, I. Cos, M. Ortega, M. Gallego, M. & Martín-Fumadó, C. (2014). Correlación radiológico - neuropatológica. Lesión traumática de la médula espinal. Mayo, 2015, de Elsevier Sitio web: http://www.researchgate.net/profile/Carles_Martin-Fumado/publication/266148113_Correlacin_radiolgiconeuropatolgica_Lesin_traumatica_de_la_mdula_espinal/links/542c0ba70cf29bbc12_6b16a5.pdf
- Sánchez, M. & Sánchez, J.. (2013). Radiological and image analysis study to estimate the age in sternum and scapula of adult population. Mayo, 2015, de Scielo, España Sitio web: http://scielo.isciii.es/scielo.php?pid=S1135-76062013000200004&script=sci_arttext&lng=esja.org
- Thali, M. Yen, K. Vock, P. Ozdoba, C. Kneubuehi, B. Sonnenschein, M. & Dirnhofer, R.. (2010). Image-guided virtual autopsy findings of gunshot victims performed with multi-slice computed tomography (MSCT) and magnetic resonance imaging (MRI) and subsequent correlation between radiology and autopsy findings. Mayo, 2015, de Elsevier Sitio web: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0379073803002251>
- Kahana, T & Hiss, J.. (Mayo 29, 2014). Forensic radiology. Mayo, 2015, de The British Institute of Radiology Sitio web: <http://www.birpublications.org/doi/abs/10.1259/bjr.72.854.10365061>
- Baglivo, M. Winklhofer, S. Hatch, G. Ampanozi, G. Thali, M. & Ruder, T.. (January 1, 2013). The rise of forensic and post-mortem radiology—Analysis of the literature between the year 2000 and 2011. Mayo, 2015, de ScienceDirect Sitio web: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2212478012000044>
- Sanders, I. Woesner, M. Roland, F. & Noguchi, T. (2009). A NEW APPLICATION OF FORENSIC RADIOLOGY: IDENTIFICATION OF DECEASED FROM A SINGLE CLAVICLE . Mayo, 2015, de American Journal of Roentgenology Sitio web: <http://www.ajronline.org/doi/abs/10.2214/ajr.115.3.619>
- Kahana, t.. (March, 2007). Identification of human remains: forensic radiology. Mayo, 2015, de Elsevier Sitio web: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S135311319790002X>

- Yen, K. Vock, P. Christe, A. Schurer, E. Plattner, T. Sehon, C. Aghayev, E. Jackowski, C. Beutler, V. Thali, M. & Dirnhofer, R. (2007). Clinical forensic radiology in strangulation victims: forensic expertise based on magnetic resonance imaging (MRI) findings. Mayo, 2015, de Springer Link Sitio web: <http://link.springer.com/article/10.1007/s00414-006-0121-y#page-1>
- Thali, M. Tairi, K. Dirnhofer, R. & Vock, P.. (2002). Forensic radiology with cross-section modalities: spiral CT evaluation of a knife wound to the aorta.. Mayo, 2015, de Europe PubMed Central Sitio web: <http://europepmc.org/abstract/med/12353542>
- Acinas, R. & Del Mar, M.. (2010). Métodos de imagen en odontología forense. Mayo, 2015, de Biblioteca de la Universidad Complutense Sitio web: <http://europa.sim.ucm.es/compludoc/AA?articuloid=730780>
- Arenas (2018) Dermatología, Atlas Diagnostico Y Tratamiento; Segunda Edición; Mc. Graw Hill.
- Brogdon B. G. & Lichtenstein J. E. (1998). Cap-2: Forensic Radiology in Historical Perspective. In Forensic Radiology. P-P (13-34). Boca Raton, Florida. CRC Press LLC.
- Thali M. J, Viner M. D. & Brogdon B. G. (2011). Cap-2: Forensic Radiology in Historical Perspective. In Forensic Radiology. P-P (9-23). U.S, Boca Raton, Florida. CRC Press.
- Quijano P. F, Payon P. F. & Alcocer A. A. (1987). Historia de la Radiología un antecedente potosino de la arteriografía. Revista Mexicana de Radiología, Vol. 41, 39-44;
- Alcocer Andalón A., Padrón Puyou F. & Quijano Pitman F. (1986). San Luis Potosí, cuna de la radiología mexicana. Biblioteca de Historia Potosina. Cuaderno 87;
- García D. (1901). Aplicación de las Rayas X o de Röntgen al estudio de la angiología (sic). Progreso Médico (SLP). Vol. 3:2. 11-19.
- Nancy S. Adams, BSRS, RT(R). (2009). An Introduction to Forensic Imaging. Eradimaging, Vol 1, pp 1-15.
- Alvarez Pedrosa. (2001). Diagnostico por Imagen Compendio de Radiologia Clinica. España, Madrid. Mc Graw- Hill Interamericana.
- Barajas Calderón H. I., Fraga González R., Manzón Valderrama M. A., Valdivia Contreras M. A., (2017). Maltrato Geriátrico. Revista Acta de Ciencias en Salud. 3(1): p. 13-22

- Barajas Calderón H. I., Ángeles González M. F., Del Toro Chávez M. L., (2017). Síndrome del Niño Maltratado. *Revista Acta de Ciencias en Salud*. 3(1): p. 23-28
- Bonnet. (1980). *Medicina Legal*. Argentina, Buenos Aires. López librereros editores Junín
- Calabuig, J. A;(2004); *Medicina Legal y Toxicología*; Masson, Barcelona, España. Salvat.
- Gutiérrez Cadavid J. E., Restrepo González R. & Soto Jiménez J. A. (2004). *Radiología e Imágenes Diagnosticas*. Medellín, Colombia. CIB
- Grandini González J. (2009). *Medicina Forense. Aplicaciones Teórico - Práctico*. México, D.F. Manual Moderno.
- Hernández-Ordóñez, M. (2014). *Traumatología Forense* (pp.50-121). México: McGraw-Hill.
- Herring William; (2012); *Radiología Básica Aspectos Fundamentales*; Barcelona España; Elsevier España.
- Hodges, F. J. (1970). *Manual de Radiología*. 2d.ed. México: Prensa Medica Mexicana.p.52-60.
- NOM-229-SSA1-2002, Salud ambiental. Requisitos técnicos para las instalaciones, responsabilidades sanitarias, especificaciones técnicas para los equipos y protección radiológica en establecimientos de diagnóstico médico con rayos X.
- E.Scott Pretorius (2006); *secretos de radiología*; Elsevier España, 2 edición
- Las recomendaciones de 2007 de la Comisión Internacional de Protección Radiológica.** Publicación ICRP 103. *Ann ICRP*. 2007;37(2-4):1-332. (Documento guía).
- Little MP, Wakeford R, Tawn EJ, Bouffler SD, Berrington de Gonzalez A. **Riesgos asociados con dosis bajas y tasas de dosis bajas de radiación ionizante: por qué la linealidad puede ser (casi) lo mejor que podemos hacer.** *Radiología*. 2009;251:6-12.
- Tubiana M, Feinendegen LE, Yang C, Kaminski JM. **La relación lineal sin umbral es inconsistente con los datos experimentales y biológicos de radiación.** *Radiología*. 2009; 251:13-22. (Artículo de comentario)
- Huda W, Ravenel JG, Scalzetti EM. **¿Cómo afectan las técnicas radiográficas la calidad de la imagen y las dosis del paciente en la TC?** *Semin Ultrasonido CT MR*. 2002; 23:411-22. (Artículo de revisión)
- Comisión Europea. **Pautas de derivación para imágenes.** Luxemburgo. Oficina de Publicaciones Oficiales de las Comunidades Europeas. 2001.

- Comité Científico de las Naciones Unidas sobre los Efectos de la Radiación Atómica (UNSCEAR). **UNSCEAR 2000 Informe a la Asamblea General. Anexo D: Exposiciones médicas a la radiación.** 2000. [citado el 24 de agosto de 2005]. (Documento de orientación)
- CIPR. **Las recomendaciones de 2007 de la Comisión Internacional de Protección Radiológica.** Publicación ICRP 103. Ann ICRP. 2007;37(2-4):1-332. (Documento de orientación)
- Mettler FA Jr, Huda W, Yoshizumi TT, Mahesh M. **Dosis efectivas en radiología y medicina nuclear diagnóstica: un catálogo.** Radiología. 2008;248(1):254-63. (Artículo de revisión)
- Agencia Australiana de Protección Radiológica y Seguridad Nuclear. **ARPANSA Fact Sheet 27 - Exposición a la radiación cósmica en vuelo** [Documento en Internet]. Actualizado: mayo de 2011. Acceso: agosto de 2011. Disponible en: <http://www.arpansa.gov.au/pubs/factsheets/027.pdf> (Folleto informativo)
- Comité Científico de las Naciones Unidas sobre los Efectos de la Radiación Atómica. **Fuentes y efectos de las radiaciones ionizantes.** UNSCEAR 2008 Informe a la Asamblea General con Anexos Científicos. Consultado el 6 de diciembre de 2012 en: http://www.unscear.org/docs/reports/2008/09-86753_Report_2008_GA_Report_corr2.pdf (Informe de la asamblea general)
- Salón EJ, Brenner DJ. **Riesgos de cáncer de la radiología diagnóstica.** Br J Radiol. 2008;81(965):362-78. (Artículo de revisión)
- Sarma A, Heilbrun ME, Conner KE, Stevens SM, Woller SC, Elliott CG. **Exámenes de tomografía computarizada de tórax y radiación: ¿qué sabemos?** Pecho. 2012;142(3):750-60. (Artículo de revisión)
- Edwards AA, Lloyd DC. **Riesgos de las radiaciones ionizantes: efectos deterministas.** J Radiol Prot. 1998;18(3):175-83. (Artículo de revisión)