



FCM Facultad de Ciencias
Médicas · UNR



GMD

Facultad Cs. Médicas
Biblioteca



TFEM 2859

TRABAJO FINAL PARA ACCEDER AL TITULO DE ESPECIALISTA EN MEDICINA LEGAL

**UTILIDAD DE LA RADIOGRAFÍA CONVENCIONAL COMO MÉTODO
COMPLEMENTARIO EN EL DIAGNÓSTICO DE FRACTURAS DEL BLOCK
HIOGLOSO EN CASOS DE MUERTE POR COMPRESIÓN EXTRÍNSECA DEL
CUELLO**

AUTORA:MARTIN, Ornela Melisa

TUTOR:Dr.RODRIGUEZ, Raúl

COHORTE 2023/2024

INDICE

| | |
|---|----|
| RESUMEN | 3 |
| INTRODUCCION..... | 4 |
| MARCO TEORICO | 5 |
| VENTAJAS Y DESVENTAJAS DE LA RADIOGRAFÍA CONVENCIONAL EN MEDICINA FORENSE | 12 |
| OBJETIVOS..... | 15 |
| METODOLOGÍA | 16 |
| RESULTADOS | 19 |
| DISCUSIÓN | 34 |
| CONCLUSIONES..... | 40 |
| LIMITACIONES..... | 43 |
| REFERENCIAS..... | 47 |
| ANEXO - PROTOCOLO TÉCNICO ESTANDARIZADO PARA RADIOGRAFÍA DEL BLOQUE HIOLÓGICO EN MEDICINA FORENSE..... | 50 |

RESUMEN

El objetivo de este estudio fue demostrar la utilidad de la radiografía convencional como método complementario en el diagnóstico de fracturas del block hiogloso en casos de muerte por compresión extrínseca del cuello.

Se realizó un estudio observacional, descriptivo y retrospectivo basado en el análisis de 93 radiografías simples del block hiogloso correspondientes a cadáveres con muerte atribuida a compresión cervical extrínseca (ahorcamiento y estrangulación), obtenidas en el Instituto Médico Legal de Rosario (IML) durante el período julio 2023 a julio 2025.

Las imágenes fueron analizadas para identificar fracturas del hueso hioides, clasificándolas según localización anatómica, lateralidad y presencia de desplazamiento. Se detectaron fracturas del hueso hioides en 14 casos (15,05%).

La distribución anatómica mostró predominio en el tercio medio del asta mayor derecha (9 casos), seguido del tercio distal derecho (3 casos). Trece fracturas (92,9%) afectaron el lado derecho y una el izquierdo. Tres fracturas (21,4%) presentaron desplazamiento y un caso tuvo doble trazo de fractura. De los casos positivos, 10 (71,4%) correspondieron a ahorcamiento y 4 (28,6%) a estrangulación, observándose que las fracturas desplazadas se asociaron predominantemente con estrangulación.

La radiografía convencional constituye una herramienta complementaria valiosa para detectar fracturas del block hiogloso en muertes por compresión cervical. Su carácter no destructivo, accesibilidad y capacidad para documentar lesiones sutiles justifican su incorporación sistemática en protocolos médico-legales.

La diferenciación radiológica entre patrones de fractura según mecanismo de muerte tiene implicaciones médico-legales importantes para la investigación criminal, ya que las fracturas desplazadas orientan hacia mecanismos homicidas mientras que las no desplazadas son más compatibles con mecanismos suicidas. Se propone un protocolo técnico estandarizado para optimizar su aplicación en el contexto forense y fortalecer la objetividad de los peritajes médico-legales.

INTRODUCCION

La compresión extrínseca del cuello representa uno de los mecanismos más relevantes de muerte violenta en la práctica médico-legal contemporánea, abarcando fenómenos como el ahorcamiento y la estrangulación. Estos casos requieren una evaluación exhaustiva para determinar con precisión el mecanismo y la causa de muerte, diferenciando entre modalidades accidentales, suicidas y homicidas, información fundamental para la correcta administración de justicia.

El estudio forense del cuello en estos casos se centra tradicionalmente en el análisis del denominado "block hiogloso", estructura anatómica que comprende el hueso hioides y los cartílagos tiroideos y cricoides.

La presencia de fracturas en estas estructuras constituye un indicador relevante de compresión cervical de alta energía, especialmente en individuos adultos, donde la progresiva osificación de estos elementos los torna más susceptibles a lesiones traumáticas (Pollanen&Chiasson, 1996).

Históricamente, la evaluación de estas lesiones se ha realizado mediante disección anatómica durante la autopsia convencional. Sin embargo, este abordaje presenta limitaciones inherentes: la manipulación de estructuras delicadas puede generar artefactos, ciertas fracturas sutiles pueden pasar desapercibidas durante la inspección visual, y la ausencia de documentación objetiva previa a la disección limita las posibilidades de análisis retrospectivo o revisión pericial (Ubelaker et al., 2020).

En este contexto, la incorporación de técnicas de diagnóstico por imágenes como herramientas complementarias ha emergido como una alternativa prometedora. La radiología forense, específicamente la radiografía convencional, se presenta como una técnica accesible, económica, rápida y no destructiva, capaz de detectar fracturas antes de proceder al examen interno y de proporcionar documentación objetiva de los hallazgos (Cartagena Pastor et al., 2016).

A pesar de su potencial utilidad, la aplicación sistemática de radiografías del block hiogloso en casos de compresión cervical aún no se encuentra completamente estandarizada en la práctica forense. La mayoría de los estudios radiológicos se realizan de manera selectiva, dependiendo de la decisión del médico forense actuante, los recursos disponibles y la experiencia del equipo técnico, lo que genera heterogeneidad en los procedimientos y limita la comparabilidad de resultados entre diferentes servicios.

Planteamiento del Problema

La ausencia de protocolos estandarizados para la aplicación de radiografía convencional en el estudio del block hiogloso plantea interrogantes sobre su verdadera utilidad diagnóstica y su potencial para mejorar la calidad de los peritajes médico-legales. Específicamente, resulta necesario determinar si esta técnica puede detectar efectivamente fracturas que complementen o enriquezcan los hallazgos de la autopsia tradicional, y si los patrones de fractura identificados pueden aportar información relevante sobre el mecanismo lesional involucrado.

El desarrollo de este estudio se fundamentó en la necesidad de evaluar objetivamente el valor diagnóstico de una herramienta técnica accesible y disponible en la mayoría de los servicios médico-legales. La radiografía convencional, por su bajo costo, rapidez de ejecución y carácter no destructivo, representa una alternativa viable para fortalecer el diagnóstico en casos de compresión cervical, especialmente en contextos institucionales con recursos limitados.

Además, la estandarización de un protocolo técnico específico para el estudio radiológico del block hiogloso podría contribuir a homogeneizar procedimientos, mejorar la reproducibilidad de los resultados y fortalecer la evidencia pericial en casos judiciales complejos.

MARCO TEORICO

Compresión Extrínseca del Cuello: Fundamentos Médico-Legales

La compresión extrínseca del cuello constituye un mecanismo de asfixia mecánica donde una fuerza externa interfiere con la respiración y/o circulación cerebral. Se clasifica en dos modalidades principales según el mecanismo aplicado: el ahorcamiento, caracterizado por la suspensión corporal con lazo, y la estrangulación, que implica compresión directa sin suspensión (Concheiro, 1991).

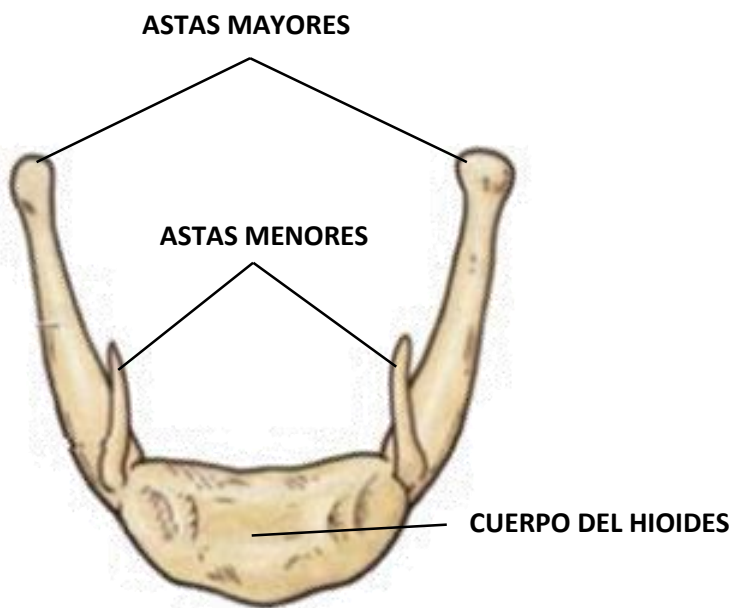
El ahorcamiento presenta características distintivas que incluyen un surco oblicuo, ascendente e interrumpido en el punto del nudo, con lesiones internas generalmente menos frecuentes y fracturas hioideas variables según la edad del individuo y el tipo de suspensión empleado. En contraste, la estrangulación se caracteriza por un surco horizontal más uniforme, mayor frecuencia de fracturas desplazadas en las estructuras cervicales y presencia frecuente de signos de lucha que evidencian resistencia durante el proceso (Sánchez de León Robles, 2006).

Cabe señalar que la muerte por compresión extrínseca del cuello se produce por tres mecanismos principales que pueden actuar de manera individual o simultánea. La obstrucción respiratoria resulta de la compresión directa de la tráquea y la faringe, impidiendo el paso del aire hacia los pulmones. El compromiso circulatorio se genera por la obstrucción de las arterias carótidas y las venas yugulares, interrumpiendo el flujo sanguíneo cerebral. Finalmente, la inhibición refleja ocurre por estimulación del seno carotídeo, desencadenando bradicardia severa y paro cardíaco (Byard, 2011).

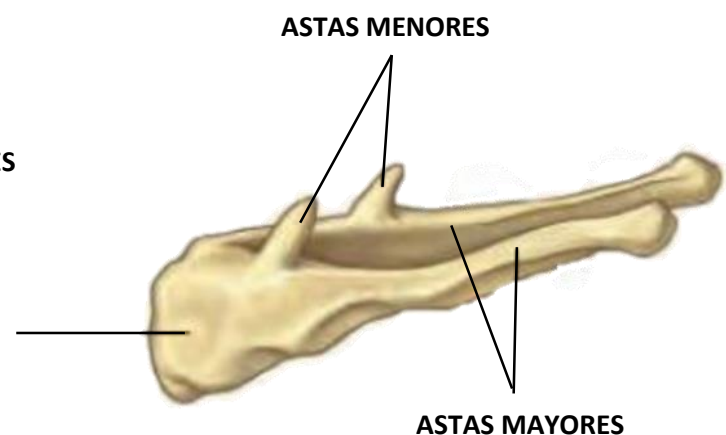
Anatomía del Block Hiogloso

El block hiogloso comprende un conjunto de estructuras cartilagosas y óseas fundamentales para la función laríngea y la deglución. El hueso hioides, único hueso no articulado del cuerpo humano, presenta una característica forma de herradura y constituye el elemento central de este complejo anatómico. El cartílago tiroides, considerado el mayor cartílago laríngeo, proporciona protección y soporte estructural a las cuerdas vocales. Completando este conjunto, el cartílago cricoides forma el

único cartílago en anillo completo de la laringe, sirviendo como base de sustentación para toda la estructura laríngea.



VISTA ANTERO POSTERIOR



VISTA LATERAL

El proceso de osificación del block hiogloso experimenta cambios progresivos relacionados con la edad, siendo especialmente relevante el período posterior a los 40 años cuando se incrementa

significativamente la susceptibilidad a fracturas en casos de compresión cervical. Esta transformación gradual de tejido cartilaginoso a tejido óseo modifica las propiedades mecánicas de las estructuras, volviéndolas más rígidas, pero también más vulnerables a las fuerzas traumáticas (Mukhopadhyay, 2010).

Las fracturas del hueso hioides presentan alta especificidad diagnóstica en casos de estrangulación manual, localizándose con mayor frecuencia en el tercio medio del asta mayor. La detección precisa de estas lesiones contribuye significativamente a establecer la presencia de compresión violenta vital, diferenciándola de manipulaciones post mortem o artefactos relacionados con el proceso de autopsia (Feigin, 1999).

Fracturas del Hueso Hioides: su clasificación

La clasificación sistemática de las fracturas del hueso hioides se establece según múltiples criterios anatómicos y morfológicos. Por localización anatómica, las fracturas se distribuyen en el tercio proximal, medio o distal del asta mayor, cada uno con implicaciones específicas sobre el mecanismo lesional. La lateralidad constituye otro criterio fundamental, diferenciando entre fracturas del lado derecho, izquierdo o bilaterales, con predominio estadístico del lado derecho en la mayoría de series estudiadas. La presencia o ausencia de desplazamiento de los fragmentos óseos proporciona información adicional sobre la intensidad y dirección de las fuerzas aplicadas durante el trauma.

Correlación con Mecanismo Lesional

La estrangulación manual se asocia característicamente con mayor frecuencia de fracturas desplazadas, reflejo de las fuerzas intensas y focalizadas aplicadas durante este tipo de agresión. El ahorcamiento, por el contrario, presenta fracturas menos frecuentes que generalmente no muestran desplazamiento significativo, compatible con el mecanismo gradual de compresión por suspensión corporal. La edad del individuo constituye un factor determinante en la susceptibilidad a fracturas, observándose mayor vulnerabilidad en adultos con osificación completa del hioides.

Radiología Forense:

Desde el histórico descubrimiento de los rayos X por Wilhelm Röntgen en 1895, la radiología forense ha experimentado una evolución constante desde aplicaciones puntuales y ocasionales hasta

consolidarse como herramienta complementaria sistemática en medicina legal moderna. Esta progresión ha sido impulsada por el reconocimiento creciente de las ventajas que ofrecen las técnicas de imagen en la documentación objetiva y la detección de lesiones que podrían pasar desapercibidas en el examen macroscópico tradicional (Cartagena Pastor et al., 2016).

Ventajas de la Radiografía Convencional

La radiografía convencional se destaca como un método no destructivo que preserva la integridad de las estructuras anatómicas para posteriores análisis o reexaminaciones. Su accesibilidad técnica y económica la convierte en una alternativa viable para la mayoría de servicios médico-legales, independientemente de sus limitaciones presupuestarias. La capacidad de proporcionar documentación objetiva y permanente fortalece significativamente el valor probatorio de los hallazgos periciales. Adicionalmente, permite la detección de fracturas sutiles que podrían no ser evidentes durante la inspección visual directa y proporciona orientación diagnóstica valiosa previa al procedimiento de autopsia.

Limitaciones Técnicas

Las limitaciones inherentes de la radiografía convencional incluyen su capacidad restringida para evaluar tejidos blandos con el detalle necesario para la interpretación forense completa. Requiere parámetros técnicos específicos y personal capacitado para su correcta ejecución e interpretación, lo que puede representar desafíos en servicios sin experiencia previa en radiología forense. Existe riesgo de generar artefactos o interpretaciones erróneas cuando no se cuenta con experiencia adecuada, y mantiene la necesidad fundamental de correlación con hallazgos anatomopatológicos para su interpretación definitiva.

Aplicación Específica en el Estudio del Block Hígloso

La radiografía del block hígloso demanda parámetros técnicos específicos que incluyen el uso de kilo voltaje bajo para optimizar el contraste entre estructuras óseas y tejidos circundantes. La obtención de proyecciones múltiples, típicamente anteroposterior y lateral, asegura la visualización completa de todas las estructuras del complejo hígloso. El posicionamiento adecuado de la pieza anatómica resulta crítico para evitar superposiciones que puedan ocultar fracturas sutiles, requiriendo interpretación especializada de los hallazgos por personal con experiencia en radiología forense.

Sin embargo, la radiografía no pretende sustituir la autopsia tradicional sino enriquecerla mediante múltiples contribuciones específicas. Permite la detección precoz de fracturas antes de la manipulación anatómica. Proporciona documentación objetiva previa a la manipulación de estructuras delicadas, facilitando el análisis retrospectivo y la revisión pericial. La caracterización detallada del patrón de fractura aporta información relevante sobre el mecanismo lesional, mientras que genera evidencia probatoria visual comprensible para contextos judiciales donde profesionales no médicos deben interpretar hallazgos técnicos.

La ausencia de protocolos universalmente aceptados para la aplicación de radiografía convencional en el estudio del block hiogloso limita significativamente la reproducibilidad y comparabilidad de resultados entre diferentes servicios médico-legales. Esta carencia genera heterogeneidad en los procedimientos técnicos, dificultades en la interpretación comparativa y restricciones en la validación científica de los hallazgos, justificando plenamente el desarrollo de procedimientos estandarizados (Gascho et al., 2019).

Antecedentes de la Investigación

Pollanen y Chiasson (1996) condujeron uno de los estudios más influyentes y citados sobre fracturas del hueso hioides en casos de estrangulación, analizando meticulosamente 248 casos de autopsia y documentando fracturas en el 27% de los casos estudiados. Su investigación estableció correlaciones fundamentales entre la edad de las víctimas y la susceptibilidad a fracturas, demostrando que las lesiones eran significativamente más frecuentes en individuos mayores de 40 años y se localizaban predominantemente en las astas mayores del hueso hioides.

Feigin (1999) desarrolló un estudio retrospectivo comprensivo de 264 casos que incluyeron tanto ahorcamiento como estrangulación, reportando fracturas hioideas en el 19% de los casos de ahorcamiento y el 33% de las estrangulaciones. Su investigación estableció diferencias estadísticamente significativas en los patrones de fractura según el mecanismo lesional específico, observando consistentemente mayor frecuencia de fracturas con desplazamiento en casos de estrangulación manual comparada con ahorcamiento.

Hejna (2011) realizó un análisis detallado de 200 casos de estrangulación, documentando fracturas laríngeas en el 68% de los casos, siendo el hueso hioides el elemento más frecuentemente afectado

dentro del complejo cervical. Su estudio enfatizó la importancia crítica de la correlación sistemática entre hallazgos anatómicos específicos y las circunstancias investigadas de muerte para la determinación precisa del mecanismo lesional involucrado.

Investigaciones en Radiología Forense

Thali et al. (2003) se posicionaron como pioneros en la aplicación sistemática de técnicas radiológicas post mortem, introduciendo el innovador concepto de "virtopsia" mediante la utilización de tomografía computarizada y resonancia magnética en el contexto forense. Sus trabajos establecieron las bases científicas y metodológicas para el desarrollo de la radiología forense moderna, demostrando convincentemente la utilidad diagnóstica de las técnicas de imagen como complemento valioso de la autopsia tradicional.

Roberts et al. (2012) ejecutaron un riguroso estudio de validación comparando sistemáticamente autopsia convencional con tomografía computarizada post mortem en 182 casos consecutivos, encontrando niveles de concordancia estadísticamente significativos en la detección de fracturas óseas. Su investigación proporcionó validación científica sólida para el uso de técnicas radiológicas como método complementario confiable en medicina forense contemporánea.

Grabherr et al. (2017) desarrollaron protocolos técnicos estandarizados específicamente diseñados para radiología forense, enfatizando la importancia fundamental de la estandarización técnica para asegurar reproducibilidad metodológica y calidad diagnóstica consistente. Su trabajo proporciona fundamentos metodológicos esenciales para la implementación sistemática y exitosa de radiología en servicios médico-legales de diferentes niveles de complejidad.

Estudios sobre Radiografía Convencional en Medicina Forense

Gascho et al. (2019) evaluaron comparativamente la utilidad diagnóstica de la radiografía convencional versus tomografía computarizada en la detección específica de fracturas post mortem, concluyendo que, aunque la tomografía computarizada demuestra superioridad técnica objetiva, la radiografía convencional mantiene valor diagnóstico clínicamente significativo, especialmente relevante en instituciones con limitaciones de recursos tecnológicos.

Dedouit et al. (2007) realizaron un análisis comprehensivo de las limitaciones técnicas y ventajas diagnósticas de diferentes modalidades de técnicas radiológicas forenses, estableciendo criterios específicos de calidad técnica y desarrollando recomendaciones detalladas para la interpretación apropiada de hallazgos radiológicos en el contexto post mortem específico.

Investigaciones en Población Latinoamericana

Los estudios específicamente enfocados en radiología forense del block hiogloso en población latinoamericana son notablemente escasos en la literatura científica internacional. Patitó (2012) en su manual comprensivo de medicina legal hace referencia general a la utilidad diagnóstica de las técnicas radiológicas en el contexto forense, pero no proporciona datos específicos sobre frecuencias de fracturas hioideas detectadas radiológicamente en población argentina o regional.

La literatura científica regional presenta una carencia significativa de protocolos estandarizados específicos para radiografía del block hiogloso, evidenciando una brecha importante en el conocimiento que justifica plenamente la realización de investigaciones locales que consideren características poblacionales específicas y recursos institucionales disponibles en el contexto regional.

Estado del Arte y Vacío de Conocimiento

La literatura científica internacional establece convincentemente la utilidad diagnóstica comprobada de técnicas radiológicas avanzadas como tomografía computarizada y resonancia magnética en medicina forense moderna. Sin embargo, existe evidencia científica limitada específicamente sobre la aplicación sistemática de radiografía convencional en el estudio del block hiogloso, particularmente en el contexto real de servicios médico-legales con limitaciones de recursos tecnológicos y presupuestarios.

Los estudios existentes en la literatura se enfocan principalmente en el análisis de frecuencias de fracturas detectadas mediante autopsia tradicional exclusiva, la aplicación de técnicas radiológicas avanzadas en centros altamente especializados con recursos tecnológicos excepcionales, y correlaciones anatomopatológicas desarrolladas sin estandarización técnica radiológica específica.

La revisión de la literatura reveló la ausencia de protocolos técnicos estandarizados universalmente aceptados para radiografía convencional del block hiogloso que definan parámetros óptimos de

exposición, técnicas de posicionamiento anatómico y criterios interpretativos específicos para el contexto forense.

Existe limitada evidencia científica específica sobre el rendimiento diagnóstico de la radiografía convencional en este contexto, considerando que la mayoría de estudios publicados utilizan técnicas radiológicas avanzadas, resultando en escasa literatura sobre sensibilidad, especificidad y valores predictivos de la radiografía simple en la detección de fracturas hioideas.

Además, se observó una ausencia de estudios desarrollados en población argentina que evalúen frecuencias de fracturas, patrones anatómicos específicos y correlaciones con mecanismos lesionales característicos de nuestra región geográfica y contexto sociocultural.

La literatura carece de estudios que comparen sistemáticamente hallazgos radiográficos con resultados de autopsia para determinar el valor diagnóstico real y las limitaciones específicas de la radiografía convencional en este contexto particular.

Finalmente, no se dispone de evaluaciones de la relación costo-efectividad de implementar radiografía sistemática versus autopsia exclusiva en servicios médico-legales con diferentes niveles de recursos disponibles.

VENTAJAS Y DESVENTAJAS DE LA RADIOGRAFÍA CONVENCIONAL EN MEDICINA FORENSE

La radiografía convencional presenta múltiples beneficios que la posicionan como una herramienta valiosa en el contexto médico-legal, especialmente para el estudio del block hiogloso en casos de compresión extrínseca del cuello.

Una de las principales ventajas de la radiografía forense es su carácter **no destructivo**, que permite visualizar estructuras óseas sin alterar la integridad del cadáver (Thali et al., 2003). Esta característica es particularmente relevante en el contexto legal, donde la preservación de la evidencia física es fundamental para posteriores pericias o reexaminaciones que pudieran ser solicitadas por las partes procesales.

La radiografía convencional constituye un **método rápido y accesible** que puede implementarse en la mayoría de los servicios médico-legales sin requerir infraestructura altamente especializada (Grabherr

et al., 2017). Esta accesibilidad es crucial en sistemas forenses con recursos limitados, como es frecuente en países en desarrollo.

Esta técnica **facilita la documentación permanente y reproducible** de los hallazgos, generando evidencia objetiva que puede ser analizada por múltiples observadores y conservada indefinidamente (Pollanen&Chiasson, 1996). Esta característica fortalece la solidez probatoria del peritaje y reduce la subjetividad inherente al examen macroscópico exclusivo.

La radiografía **puede realizarse antes del examen interno**, proporcionando información valiosa que ayuda a orientar la estrategia de autopsia (Roberts et al., 2012). Esta anticipación diagnóstica permite al médico forense planificar mejor la disección y focalizar la atención en áreas de particular interés.

Además, la técnica **complementa eficazmente el examen autopsia**, especialmente en la detección de fracturasoste cartilaginosas sutiles que podrían pasar desapercibidas durante la inspección visual directa (Ubelaker et al., 2020). Esta complementariedad es particularmente relevante en estructuras delicadas como el hueso hioides.

Las imágenes radiográficas, también, resultan **útiles para la presentación judicial de pruebas objetivas**, ya que proporcionan evidencia visual comprensible para profesionales no médicos, incluyendo magistrados, abogados y jurados (Cartagena Pastor et al., 2016).

La radiografía **posibilita el estudio retrospectivo y la comparación Inter observador**, facilitandola investigación académica, la formación profesional y la revisión de casos complejos (Gascho et al.,2019).

No obstante, sus ventajas, la radiografía convencional presenta limitaciones que deben considerarse al interpretar sus resultados y definir su rol dentro del protocolo médico-legal.

La radiografía simple **no permite evaluar tejidos blandos con suficiente detalle**, lo que constituye una limitación significativa en casos donde las lesiones predominantes afectan músculos,ligamentos, vasos sanguíneos o estructuras nerviosas del cuello (Byard et al., 2008). Esta limitación particularmente relevante en casos de compresión cervical donde los signos vitales pueden manifestarse principalmente en tejidos blandos.

Requerimientos Técnicos

La técnica **requiere equipamiento técnico especializado** y personal capacitado para su correcta ejecución e interpretación (Shiotani et al., 2004). Aunque más accesible que otras modalidades de

imagen, aún demanda recursos específicos y mantenimiento técnico que pueden no estar disponibles en todos los servicios forenses.

Existe **riesgo de artefactos o interpretaciones erróneas** si no hay experiencia suficiente en radiología forense (Dedouit et al., 2007). Los cambios post mortem, las condiciones de conservación del cadáver y las variables técnicas pueden generar imágenes que simulen fracturas o, inversamente, oculten lesiones reales.

La radiografía **no sustituye al examen interno** de la autopsia tradicional, sino que debe considerarse como una herramienta complementaria (Levy et al., 2010). El protocolo óptimo incluye la integración de hallazgos radiográficos con evaluación anatomopatológica, maximizando la detección de lesiones y la documentación objetiva de los patrones de fractura.

Es importante señalar que actualmente **no se disponen de protocolos estandarizados** universalmente aceptados para la aplicación de radiografía forense en el estudio del block higloso (Grabherr et al., 2017). Esta ausencia de estandarización puede generar variabilidad en la técnica, dificultades en la comparación entre diferentes servicios y limitaciones en la reproducibilidad de los resultados.

Consideraciones para la Implementación

La implementación exitosa de la radiografía forense requiere capacitación específica tanto para técnicos radiólogos como para médicos legistas, asegurando competencia en la técnica radiográfica post mortem y en la interpretación de hallazgos en el contexto forense específico.

Además, es necesario considerar los costos de equipamiento, mantenimiento y recursos humanos, evaluando la relación costo-beneficio en el contexto de cada institución médico-legal.

La radiografía debe integrarse sistemáticamente en los protocolos de autopsia, definiendo claramente cuándo aplicarla, cómo interpretar sus resultados y cómo correlacionarlos con los hallazgos anatomopatológicos tradicionales.

OBJETIVOS

Objetivo General

Demostrar la utilidad de la radiografía convencional como método complementario de la autopsia convencional.

Objetivos Específicos

1. Conocer la frecuencia y características de las fracturas del hueso hioides detectadas mediante radiografía simple en casos de compresión cervical extrínseca.
2. Clasificar los patrones de fractura según localización anatómica, lateralidad y presencia de desplazamiento, correlacionándolos con el mecanismo de compresión identificado.
3. Evaluar la concordancia entre los hallazgos radiográficos y la autopsia en los casos donde se disponga de ambos estudios.
4. Estandarizar un protocolo técnico para la realización de radiografías del block hiogloso en el contexto forense.

METODOLOGÍA

Se realizó un estudio observacional, descriptivo y retrospectivo, basado en el análisis de radiografías simples del block hiogloso correspondientes a cadáveres con causa de muerte atribuida a mecanismos de compresión extrínseca del cuello, tales como el ahorcamiento y la estrangulación.

El material de estudio estuvo constituido por un total de 93 radiografías simples, obtenidas en el Instituto Médico Legal de la ciudad de Rosario, durante el período comprendido entre julio del 2023 a julio del 2025. Las imágenes correspondieron a casos seleccionados según los siguientes criterios de inclusión:

- Disponibilidad de estudios radiográficos completos y técnicamente adecuados del block hiogloso (hueso hioides y cartílagos laríngeos).
- Confirmación médico-legal de muerte asociada a un mecanismo de compresión cervical extrínseca.

Se excluyeron aquellas radiografías que presentaban deficiencias técnicas, artefactos o alteraciones post mortem que impidieran una correcta visualización de las estructuras, así como los casos en los que la causa de muerte no se relacionara con compresión cervical.

Las imágenes fueron analizadas con el objetivo de identificar la presencia de fracturas del hueso hioides, y clasificándolas según:

- Localización anatómica (tercio proximal, medio o distal),
- Lateralidad (derecha o izquierda),
- Presencia o ausencia de desplazamiento.

Protocolo Técnico para Radiografía del Block Hiogloso

Momento de realización

Las imágenes radiográficas serán tomadas directamente sobre la víscera luego que los médicos forenses junto con los técnicos evisceradores realicen la autopsia y liberación anatómica del block hiogloso.

Proyecciones

Dos proyecciones por caso: antero posterior (AP) y lateral.

Proyección frontal antero posterior:

- Posicionamiento de la pieza: el block hígido debe colocarse sobre el chasis radiográfico con su cara supero-posterior apoyada completamente.
- El plano medio de la pieza debe estar perpendicular al plano del detector y centrado respecto al campo radiográfico.
- Dirección del rayo central: el rayo debe incidir en dirección ínfero-anterior hacia el plano medio de la pieza. El tubo de rayos X se ubica con una angulación de 30° en sentido caudocefálico, centrado sobre la región del hueso hioides.

Factores técnicos sugeridos:

| Parámetro | Valor |
|-----------|-------|
| kVp | 50 |
| Ma | 100 |
| Ms | 70 |
| mAs | 7.0 |

Consideraciones especiales: En piezas conservadas en formol por más de tres días o que haya estado sumergidas en agua, se recomienda reducir 5 unidades de kVp y ajustar 5 unidades en el tiempo de exposición (T).

En la imagen obtenida, debe visualizarse claramente el cuerpo del hioides y ambas astas desplegadas.

Proyección lateral (perfil):

Posicionamiento de la pieza: disponer el block hígido sobre el chasis en posición de perfil, con el plano sagital paralelo al plano del detector. La pieza debe mantenerse estable y alineada en el centro del campo radiográfico.

Dirección del rayo central: el rayo debe dirigirse en sentido antero-inferior hacia el plano medio de la pieza. El tubo se posiciona con una angulación de 10° en sentido cefalocaudal, centrado sobre la región del hioides.

Factores técnicos sugeridos:

| Parámetro | Valor |
|-----------|-------|
| kVp | 54 |
| Ma | 100 |
| Ms | 70 |
| mAs | 7.0 |

Consideraciones especiales: en blocks hígidos con más de tres días en formol o expuestos al agua, disminuir 5 unidades de kVp y 5 T.

La imagen lateral debe permitir visualizar la silueta del hioides con forma de herradura y ambas astas desplegadas con nitidez.

Indicaciones adicionales

Ubicarse siempre en un lugar seguro y fuera del haz directo al momento de la exposición.

Las radiografías obtenidas deben identificarse correctamente incluyendo número de caso, tipo de proyección y fecha.

Se recomienda utilizar materiales radiolúcidos para la sujeción de la pieza, evitando interferencias en la imagen.

Consideraciones Éticas

El presente estudio fue desarrollado siguiendo los principios éticos fundamentales para la investigación en medicina legal:

Aprobación institucional: El proyecto fue aprobado por la dirección del Instituto Médico Legal de Rosario.

Confidencialidad: Todos los datos fueron anonimizados, sin incluir información que permita la identificación de los casos.

Manejo de información sensible: Se respetaron los protocolos institucionales para el manejo de información forense.

Uso de imágenes: Las radiografías incluidas en el estudio fueron despersonalizadas y utilizadas exclusivamente con fines académicos y científicos.

RESULTADOS

Se analizaron un total de 93 radiografías simples del block hiogloso obtenidas de cadáveres con causa de muerte atribuida a compresión extrínseca del cuello en el Instituto Médico Legal de Rosario durante el período 2023-2025.

Del total de 93 radiografías analizadas, **14 casos (15,05%)** presentaron hallazgos radiológicos compatibles con fracturas del hueso hioides, específicamente localizadas en las astas mayores (tabla 1 y 2)

Tabla 1. Características demográficas y mecanismo de muerte

| Variable | | n | % |
|-------------------------------------|-----------|----|------|
| Total de Casos | | 93 | 100% |
| Sexo | Masculino | 75 | 81% |
| | Femenina | 18 | 19% |
| Mecanismo de muerte por Sexo | | | |
| Ahorcamiento con Fractura | Masculino | 10 | 11% |
| | Femenina | 0 | 0% |
| Ahorcamiento sin Fractura | Masculino | 65 | 70% |
| | Femenina | 14 | 15% |
| Estrangulación con Fractura | Masculino | 0 | 0% |
| | Femenina | 4 | 4% |
| Estrangulación sin Fractura | Masculino | 0 | 0% |
| | Femenina | 0 | 0% |
| Fracturas Detectadas | | | |
| Presente | | 14 | 15% |
| Ausente | | 79 | 85% |

Tabla 2. Distribución anatómica de las fracturas del hueso hioides

| Localización de la Fractura | Lateralidad | No Desplazada | Desplazada | Total | % |
|--------------------------------|-------------|---------------|------------|-----------|-------------|
| Tercio medio del asta mayor | Derecha | 7 | 2 | 9 | 64% |
| | Izquierda | 0 | 0 | 0 | 0% |
| Tercio distal del asta mayor | Derecha | 3 | 0 | 3 | 21% |
| | Izquierda | 0 | 0 | 0 | 0% |
| Tercio proximal del asta mayor | Derecha | 0 | 1 | 1 | 7% |
| | Izquierda | 0 | 0 | 0 | 0% |
| Múltiples Trazos | Derecha | 0 | 0 | 0 | 0% |
| | Izquierda | 1 | 0 | 1 | 7% |
| Total | | 11 | 3 | 14 | 100% |

Se observa que el 21,4 % de los casos tuvieron un desplazamiento (tabla 3).

Tabla 3. Clasificación según presencia de desplazamiento

| Tipo de Fractura | n | % |
|--------------------|-----------|-------------|
| Sin Desplazamiento | 11 | 79% |
| Con Desplazamiento | 3 | 21% |
| Total | 14 | 100% |

La distribución por lateralidad mostró un marcado predominio del lado derecho:

Lado derecho: 13 casos (92,9%)

Lado izquierdo: 1 caso (7,1%)

Los 3 casos con desplazamiento se distribuyeron de la siguiente forma: 2 casos en tercio medio del asta mayor derecha y 1 caso en tercio proximal del asta mayor derecha.

Se analizó, además, la existencia de una correlación entre las fracturas detectadas, sus características y el mecanismo de la muerte (tabla 4).

Tabla 4. Distribución de fracturas según mecanismo de compresión cervical

| Mecanismo | Casos Totales | Fracturas Detectadas | % de Detección | Características Predominantes |
|----------------|---------------|----------------------|----------------|-------------------------------|
| Ahorcamiento | 89 | 10 | 10,8% | Sin Desplazamiento (100%) |
| Estrangulación | 4 | 4 | 4,3% | Con Desplazamiento (75%) |
| Total | 93 | 14 | 15,1% | - |

En el **Ahorcamiento (n=10)**:

- Todas las fracturas fueron no desplazadas
- Localización: 7 casos en tercio medio, 3 en tercio distal
- Predominio masculino: 10 casos (100%)

En la **Estrangulación (n=4)**:

- 3 casos presentaron desplazamiento (75%)
- 1 caso con doble trazo sin desplazamiento
- Predominio femenino: 4 casos (100%)

Se analizó la distribución de dichas fracturas según edad y sexo (Tabla 5)

Tabla 5. Distribución de fracturas por grupos etarios

| Femenino | | |
|---------------------|---------------------------|---------------------------------|
| Grupo Etario | Casos con Fractura | % del Total de Fracturas |
| < 20 | 0 | 0% |
| 21-30 | 0 | 0% |
| 31-50 | 3 | 75% |
| 51-70 | 1 | 25% |
| >70 | 0 | 0% |
| TOTAL | 4 | 100% |
| Masculino | | |
| Grupo Etario | Casos con Fractura | % del Total de Fracturas |
| < 20 | 1 | 10% |
| 21-30 | 1 | 10% |
| 31-50 | 4 | 40% |
| 51-70 | 2 | 20% |
| >70 | 2 | 20% |
| TOTAL | 10 | 100% |

Interesó también, analizar la distribución por sexo y el mecanismo de muerte, la totalidad del sexo masculino el mecanismo fue ahorcamiento (suicidio) mientras que en el sexo femenino el suicidio ocurrió en el 78 % de los casos y el resto fue estrangulación como homicidio. (Tabla 6).

Tabla 6. Distribución por sexo según mecanismo de muerte

| Mecanismo | Masculino | Femenino | Total |
|-----------------------|------------------|-----------------|--------------|
| Ahorcamiento | | | |
| Con Fracturas | 10 | 0 | 10 |
| Sin Fracturas | 65 | 14 | 79 |
| Sub Total | 75 | 14 | 89 |
| Estrangulación | | | |
| Con Fracturas | 0 | 4 | 4 |
| Sin Fracturas | 0 | 0 | 0 |
| Sub Total | 0 | 4 | 4 |
| TOTAL GENERAL | 75 | 18 | 93 |

Hallazgos Radiológicos Específicos

Se estudio la calidad técnica de las imágenes resultando:

- **Imágenes técnicamente adecuadas:** 93 casos (100%)
- **Visualización completa del hioides:** 93 casos (100%)
- **Artefactos menores:** 0 casos (0%)

En cuanto a los **Patrones de Fractura Identificados:**

- **Fractura lineal simple:** 10 casos (71,5%)
- **Fractura con desplazamiento:** 3 casos (21,4%)
- **Doble trazo de fractura:** 1 caso (7,1%)
- **Fractura conminuta:** 0 casos

Resumen de Hallazgos Principales

- **Tasa de detección global:** 15,05% (14/93 casos)
- **Localización más frecuente:** Tercio medio del asta mayor derecha –64.3% de los casos positivos – (9/14 casos)
- **Lateralidad predominante:** Lado derecho (92,9%)
- **Asociación con mecanismo:** Mayor frecuencia de desplazamiento en estrangulación
- **Distribución etaria:** Mayor frecuencia en adultos de 31-50 años (50%)

Los resultados demuestran que la radiografía convencional permite detectar fracturas del huesohioides en una proporción significativa de casos de compresión cervical extrínseca, con patrones distintivos según el mecanismo lesional involucrado.

Documentación Radiológica de Casos Representativos

A continuación, se presentan 6 casos representativos que ilustran la correlación entre hallazgos radiográficos y de la autopsia convencional, demostrando la concordancia diagnóstica observada en el análisis completo de los 14 casos positivos:

CASO 1. FEMENINA EDAD 36 AÑOS

Consideraciones medico legales:

A partir de los datos aportados por el levantamiento del cadáver y los hallazgos del examen autopsico, se determina que el cadáver presenta signos fehacientes de causa de muerte violenta, evidenciando una impronta cervical única, deprimida, con fondo pálido, de 7mm de ancho, de localización suprahiodea, precisamente sobre el pliegue cervical superior, con sentido horizontal en los sectores anterior y ambos laterales, y levemente oblicuo ascendente en región posterior, que no se interrumpe en toda su circunferencia.

Al examen externo del cuerpo se describieron una multiplicidad de lesiones recientes incluyendo la de región cervical, con una data menor a 24hs, con mecanismo lesional de golpearse o ser golpeado con un elemento duro y escoriaciones con efecto de roce.

Al examen interno presenta hiperfluidez hemática y congestión multivisceral, presentes en todo proceso asfíctico.

El estudio anatomopatológico informa en pulmón que coexisten zonas de colapso y distensión alveolar con enfisema local agudo y signos de degeneración fibrilar segmentaria indicativo morfológico de presión extrínseca de tipo vital en la losange de piel con músculo cutáneo del cuello.

Al examen radiológico del block cervical se constata: se observa al menos dos trazos de fractura a nivel del tercio distal del asta mayor izquierda. Resto del hueso hioides respetado.



En función de los elementos evaluados, la información recibida en el levantamiento del cadáver y los hallazgos del examen autopsico, se determina que el fallecimiento se produjo en consecuencia de asfixia mecánica por compresión extrínseca del cuello. Considerando las características del surco y las lesiones traumáticas descritas precedentemente incluso a nivel cervical, podría considerarse a la estrangulación como mecanismo productor de la compresión extrínseca. Presentando además el cuerpo múltiples y difusas lesiones traumáticas recientes.

Causa de muerte: asfixia mecánica por compresión extrínseca de cuello, considerarse la estrangulación como mecanismo productor.

Forma de muerte: violenta.

CASO 2. FEMENINA EDAD 57 AÑOS

Consideraciones medico legales:

A partir de los datos aportados por el levantamiento del cadáver y los hallazgos del examen autopsico, se determina que el cuerpo presenta un importante y avanzado estado de putrefacción no obstante dicho proceso que de por si produce alteraciones en la superficie corporal, se han observado lesiones de origen traumático de consideración médico legal a nivel del cuello presenta: doble surco de compresión extrínseca del cuello transversal antero posterior completo, nudo en cara posterior de cuello, de bordes sobreelevados de 0,5 cm de ancho, compatible con elemento cable de teléfono informado por medico de policía. Cefalohematomafronto parietal derecho.

El informe anatomopatológico concluye “avanzado estado de putrefacción”.

Al examen radiológico del block cervical se constata: Se observa fractura con desplazamiento a nivel del tercio medio del asta mayor derecha. Resto del hueso hioides respetado.



Por lo expuesto y con los elementos hasta aquí evaluados, a pesar del estado de putrefacción se presume que la causa básica de la muerte fue que se ha producido como consecuencia de una asfixia mecánica por compresión extrínseca del cuello por estrangulación.

Causa de muerte: asfixia mecánica por estrangulación.

Forma de muerte: violenta.

CASO 3. FEMENINA EDAD NN 45 AÑOS

El cuerpo ingresa con segmento de cable celeste de 2 mm de espesor y 6 cm de largo y un hilo color negro ambos rescatados del cabello y queda preservado para eventual pericia criminalística. Soga blanca que se encuentra sujeta al tobillo izquierdo, queda reservada.

Consideraciones medico legales:

A partir de los datos aportados por el levantamiento del cadáver y los hallazgos del examen autopsico surge que el cadáver presenta signos fehacientes de causa de muerte violenta, evidenciando: cianosis en cara, petequias en conjuntivas y cara. Surco equimótico completo en cuello. Hemorragia en músculos infrahioideos. Hemorragia en cavidad infraglótica, orofaringe y laringofaringe, en adventicia de carótidas y primeros anillos traqueales.

Al examen externo del cuerpo se describieron una multiplicidad de lesiones recientes con una data menor a 24hs, con mecanismo lesional de golpearse o ser golpeado con un elemento duro y escoriaciones con efecto de roce.

Informe radiológico del block cervical: fractura con desplazamiento de fragmento óseo a nivel de región proximal del asta mayor derecha. Resto del hueso hioides respetado.



En función de los elementos evaluados, la información recibida en el levantamiento del cadáver y los hallazgos del examen autopsico, se determina que el fallecimiento se produjo en consecuencia de

asfixia mecánica por compresión extrínseca del cuello. Considerando las características del surco y las lesiones traumáticas descritas precedentemente, podría considerarse a la estrangulación como mecanismo productor de la compresión extrínseca. Presentando además el cuerpo múltiples y difusas lesiones traumáticas recientes.

Causa de muerte: asfixia mecánica por compresión extrínseca de cuello, considerarse la estrangulación como mecanismo productor.

Forma de muerte: violenta.

CASO 4. FEMENINA EDAD 45 AÑOS

Consideraciones medico legales:

A partir de los datos aportados por el levantamiento del cadáver y los hallazgos del examen autopsico, se determina que el cadáver presenta signos fehacientes de causa de muerte violenta, evidenciando una impronta cervical única, deprimida, con fondo pálido, de 5 mm de ancho, de localización suprahiodea, con sentido horizontal en los sectores anterior y ambos laterales, y levemente oblicuo ascendente en región posterior, que no se interrumpe en toda su circunferencia.

Al examen externo del cuerpo se describieron una multiplicidad de lesiones recientes con una data menor a 24hs, con mecanismo lesional de golpearse o ser golpeado con un elemento duro y escoriaciones con efecto de roce. Hematoma que compromete hemicara derecha, hematoma en mucosa interna de labios y múltiples equimosis.

Al examen interno presenta hiperfluidez hemática y congestión multivisceral, presentes en todo proceso asfíctico.

El estudio anatomopatológico informa: en pulmón coexisten zonas de colapso y distensión alveolar con enfisema local agudo y signos de degeneración fibrilar segmentaria indicativo morfológico de presión extrínseca de tipo vital en la losange de piel con musculo cutáneo del cuello.

Informe radiológico del block cervical: Se observa trazo de fractura con desplazamiento a nivel tercio medio del asta mayor derecha. Resto del hueso hioides respetado.



En función de los elementos evaluados, la información recibida en el levantamiento del cadáver y los hallazgos del examen autopsico, se determina que el fallecimiento se produjo en consecuencia de asfixia mecánica por compresión extrínseca del cuello. Considerando las características del surco y las lesiones traumáticas descritas precedentemente, podría considerarse a la estrangulación como mecanismo productor de la compresión extrínseca. Presentando además el cuerpo múltiples y difusas lesiones traumáticas recientes.

Causa de muerte: asfixia mecánica por compresión extrínseca de cuello, considerarse la estrangulación como mecanismo productor.

Forma de muerte: violenta.

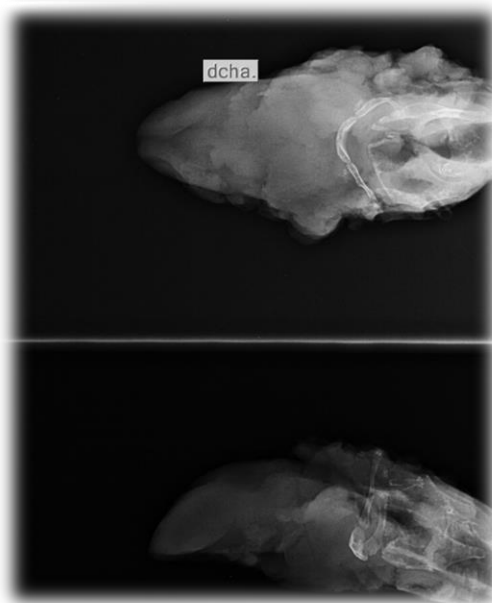
CASO 5. MASCULINO EDAD 47 años

Consideraciones medico legales:

En función de los datos aportados en el acta de levantamiento de cadáver y los hallazgos de la autopsia, se determina que el cuerpo examinado presenta una impronta en el cuello con características macroscópicas de vitalidad, compatible con un surco de ahorcadura, lo cual ha provocado una compresión extrínseca de las estructuras vasculares y de la vía aérea, siendo el elemento suspensor informado por el médico de policía y secuestrado por laboratorio biológico, compatible con dicho surco.

Los estudios anatomopatológicos, informan: diagnostico histopatológico: fragmento de epidermis de espesor variable. Pulmón: coexisten zonas de colapso y distensión alveolar. Enfisema agudo. Cerebro: fenómenos hipóxicos.

Informe RX: Se observa trazo de fractura a nivel del tercio distal del asta mayor derecha. Cuerpo y asta mayor izquierda respetados.



No se observan otros signos de lesiones externas ni internas de origen traumático relacionables con la causa básica de muerte.

Por lo anteriormente expuesto y con los elementos hasta aquí evaluados se determina que la muerte se produjo como consecuencia de una asfixia mecánica por compresión extrínseca del cuello, a predominio circulatorio y respiratorio, ahorcadura.

Causa de muerte: Asfixia por compresión extrínseca del cuello por ahorcadura.

Forma de muerte: violenta.

CASO 6. MASCULINO EDAD 38 años

Consideraciones medico legales:

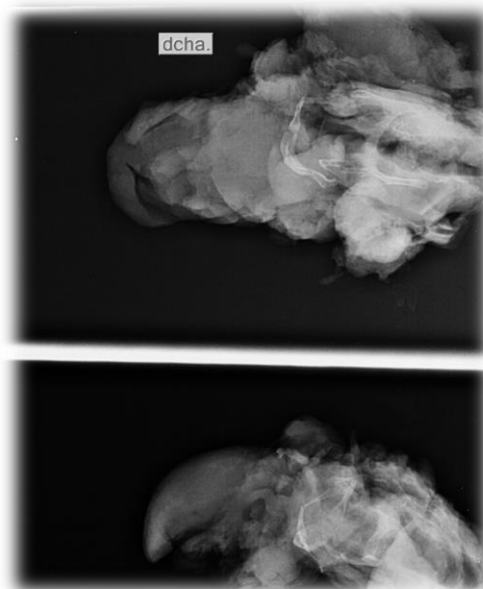
En función de los datos aportados en el acta de levantamiento de cadáver y los hallazgos de la autopsia se determina que el cuerpo examinado presenta una impronta en el cuello con características macroscópicas de vitalidad, compatible con un surco de ahorcadura, lo cual ha provocado la compresión extrínseca de las estructuras vasculares y de la vía aérea, siendo el elemento suspensor informado por el médico de policía y remitido con el cadáver compatible con dicho surco.

Los estudios anatomopatológicos informan: diagnóstico histopatológico: fragmento de piel que evidencia moderada compactación y atricción dermo-epidérmica. A nivel de los fascículos musculares del cuello se constata zonal pérdida de estriación, fibras opacas, hialinas (degeneración fibrilar segmentaria). Piel: con surco compresivo vital.

Pulmones: coexisten zonas de colapso y distensión alveolar. Enfisema agudo.

Cerebro: fenómenos hipóxicos, congestión leptomeníngea y en capilares de sustancia blanca.

Informe RX: Se observa trazo de fractura a nivel del terciomedio del asta mayor derecha. Cuerpo, asta mayor izquierda y astas menores respetadas.



Por lo anteriormente expuesto y con los elementos hasta aquí evaluados se determina que la muerte se produjo como consecuencia de una asfixia mecánica por compresión extrínseca del cuello, a predominio circulatorio y respiratorio, ahorcadura.

Causa de muerte: Asfixia por compresión extrínseca del cuello por ahorcadura.

Forma de muerte: violenta.

DISCUSIÓN

Los resultados obtenidos en este estudio demuestran que la radiografía convencional constituye una herramienta diagnóstica complementaria de valor en la detección de fracturas del bloque hiogloso en casos de compresión extrínseca del cuello. La tasa de detección del 15,05% (14/93 casos) resulta consistente con lo reportado en la literatura internacional, donde las frecuencias de fracturas hioideas varían entre 10% y 25% según la población estudiada y el mecanismo involucrado (Pollanen & Chiasson, 1996; Ubelaker et al., 2020).

Feigin (1999) reportó fracturas hioideas en el 19% de casos de ahorcamiento y 33% de estrangulación en una serie de 248 autopsias, cifras superiores a las observadas en este estudio (10,8% y 4,3% respectivamente). Esta diferencia podría explicarse por variaciones en la metodología de detección, ya que Feigin basó sus hallazgos exclusivamente en disección anatómica, mientras que en el presente estudio se empleó radiografía simple como método primario de detección.

En contraste, Mukhopadhyay (2010) encontró fracturas hioideas radiológicamente detectables en solo el 12% de casos de compresión cervical, cifra más cercana a nuestros resultados. Esta concordancia sugiere que la radiografía simple, aunque valiosa, puede subestimar la frecuencia real de fracturas detectables únicamente mediante disección directa.

El marcado predominio de fracturas en el lado derecho (92,9%) y la localización preferencial en el tercio medio del asta mayor (64,3%) coinciden con patrones previamente descritos en la literatura.

Knight (1996) explicó esta asimetría por la tendencia de los agresores diestros a aplicar mayor fuerza con su mano dominante durante la estrangulación manual, ejerciendo presión predominante sobre el lado derecho del cuello de la víctima.

La menor frecuencia de fracturas en el lado izquierdo (7,1%) y la ausencia de fracturas bilaterales en nuestra serie contrastan con algunos reportes que describen hasta 15% de fracturas bilaterales en casos de estrangulación con lazo (Hejna, 2011). Esta discrepancia podría reflejar diferencias en los mecanismos compresivos predominantes en nuestra población de estudio.

Uno de los hallazgos más significativos de este estudio fue la diferencia en las características de las fracturas según el mecanismo de muerte. En los casos de ahorcamiento, el 100% de las fracturas fueron no desplazadas, mientras que en estrangulación el 75% presentaron desplazamiento.

Estadiferencia resulta estadísticamente relevante y confirma observaciones previas sobre la mayor intensidad de las fuerzas aplicadas en estrangulación manual comparada con ahorcamiento (Sánchez de León Robles, 2006).

La explicación fisiopatológica de este fenómeno radica en la naturaleza de las fuerzas involucradas. En el ahorcamiento, la compresión cervical se produce gradualmente por el peso corporal, generando fuerzas predominantemente tractivas. En contraste, la estrangulación manual implica compresión directa y localizada con fuerzas de mayor magnitud, capaces de producir no solo la fractura sino también el desplazamiento de los fragmentos óseos.

Por otra parte, la mayor frecuencia de fracturas en el grupo etario de 31-50 años (50%) coincide con el período de mayor osificación del hioides, cuando la estructura se torna más rígida pero aún no presenta la fragilidad asociada a la edad avanzada. Este hallazgo es consistente con estudios previos que demuestran menor susceptibilidad a fracturas en individuos jóvenes (por mayor flexibilidad cartilaginosa) y muy ancianos (por mayor fragilidad ósea que resulta en fracturas más sutiles) (Mukhopadhyay, 2010).

En relación a la distribución por sexo, en los casos analizados, con fracturas (11% masculino en ahorcamiento vs 4% femenino en estrangulación) refleja patrones epidemiológicos bien documentados en medicina forense. El predominio masculino en ahorcamiento se asocia tradicionalmente con mayores tasas de suicidio en hombres, mientras que el predominio femenino en estrangulación refleja la mayor victimización de mujeres en contextos de violencia interpersonal (Collins, 2023).

Implicaciones Médico-Legales

La capacidad de diferenciar radiológicamente entre patrones de fractura asociados a diferentes mecanismos lesionales tiene implicaciones prácticas importantes para la investigación criminal. La identificación de fracturas desplazadas puede orientar hacia un mecanismo homicida (estrangulación), mientras que fracturas no desplazadas son más compatibles con mecanismos suicidas (ahorcamiento).

Sin embargo, es crucial enfatizar que estos patrones deben interpretarse siempre en el contexto integral del caso, incluyendo evidencias de la escena, signos externos, hallazgos de autopsia y

circunstancias investigadas, ya que existen casos excepcionales que no siguen estos patrones típicos (Byard, 2011).

La correlación sistemática realizada entre todos los hallazgos radiográficos y los resultados de autopsia demostró una concordancia diagnóstica excelente, validando la efectividad del protocolo técnico desarrollado. Los 6 casos representativos presentados en la sección ilustran los diferentes patrones de correlación observados en el análisis completo de los 14 casos positivos.

La radiografía convencional demostró capacidad para detectar fracturas del hueso hioides en el 15,05% de los casos analizados, con identificación precisa de características específicas como localización anatómica, lateralidad y presencia de desplazamiento. Los hallazgos radiográficos mostraron consistencia con los patrones identificados durante la autopsia, confirmando la utilidad diagnóstica de la técnica cuando se aplica bajo condiciones técnicas estandarizadas.

La correlación con la autopsia confirmó que la radiografía convencional no solo detecta la presencia de fracturas, sino que también proporciona información precisa sobre sus características morfológicas, incluyendo la diferenciación entre fracturas simples, con desplazamiento y patrones de fractura múltiple como el doble trazo identificado en casos específicos.

Los resultados confirman empíricamente que la radiografía no sustituye sino que complementa efectivamente la autopsia tradicional, enriqueciendo el diagnóstico mediante múltiples contribuciones específicas validadas:

- **Documentación objetiva verificada:** Las imágenes radiográficas proporcionaron evidencia visual permanente que se correlacionó consistentemente con los hallazgos de autopsia
- **Caracterización precisa del patrón de fractura:** La técnica demostró capacidad para diferenciar entre tipos de fractura y mecanismos lesionales
- **Valor probatorio sustentado:** La correlación anatomopatológica valida la evidencia radiológica para su uso en contextos judiciales

Este estudio presenta limitaciones que deben considerarse al interpretar los resultados:

- **Tamaño muestral de casos positivos:** Aunque se analizaron 93 casos totales, solo 14 presentaron fracturas (15,05%), lo que limita el poder estadístico para análisis multivariados más sofisticados y la identificación de patrones menos frecuentes.

- **Restricción geográfica:** El estudio se limitó al Instituto Médico Legal de Rosario, lo que puede limitar la generalización de resultados a otras poblaciones con características demográficas o patrones lesionales diferentes.
- **Variabilidad técnica residual:** Aunque se desarrolló un protocolo técnico estandarizado, algunas radiografías fueron obtenidas durante el proceso de implementación, generando heterogeneidad menor en la calidad técnica que pudo influir en la detectabilidad de fracturas sutiles.

Es de resaltar que el estudio presenta fortalezas metodológicas importantes que sustentan la validez de los hallazgos:

- **Correlación con autopsia convencional:** La comparación completa entre hallazgos radiográficos y autopsia en todos los casos proporciona validación robusta de la técnica.
- **Protocolo técnico estandarizado:** El desarrollo e implementación de parámetros técnicos específicos asegura reproducibilidad y calidad diagnóstica.
- **Serie de casos sustancial:** Los 93 casos analizados constituyen una muestra representativa para el contexto regional.
- **Diversidad de patrones:** La inclusión de diferentes mecanismos lesionales (ahorcamiento y estrangulación) permite evaluar la aplicabilidad de la técnica en diversos contextos forenses.

Los hallazgos de este estudio abren líneas específicas de investigación que podrían fortalecer aún más la evidencia sobre radiología forense:

- **Validación multicéntrica:** Aplicar el protocolo técnico desarrollado en otros servicios médico-legales para evaluar su reproducibilidad inter-institucional y validar los hallazgos en diferentes poblaciones.
- **Análisis multivariado expandido:** Desarrollar estudios con mayor número de casos positivos para realizar análisis estadísticos más sofisticados que identifiquen factores predictivos independientes de fracturas.
- **Estudios prospectivos:** Diseñar investigaciones prospectivas que permitan control más estricto de variables y seguimiento longitudinal de casos.

- Comparación tecnológica: Evaluar comparativamente el rendimiento de la radiografía convencional versus técnicas radiológicas avanzadas (TC post mortem) cuando estén disponibles.
- Análisis de costo-efectividad: Desarrollar evaluaciones económicas que cuantifiquen la relación costo-beneficio de implementar radiografía sistemática en servicios médico-legales.

Implicaciones para la Estandarización Nacional

Los resultados de este estudio, respaldados por la correlación con autopsia convencional, proporcionan bases sólidas para:

- Desarrollo de guías nacionales: Los hallazgos justifican la elaboración de protocolos estandarizados para radiografía forense del block hiogloso a nivel nacional.
- Capacitación profesional estructurada: La validación de la técnica respalda el desarrollo de programas de entrenamiento específicos para médicos legistas y técnicos radiólogos.
- Implementación gradual: Los resultados proporcionan evidencia para la incorporación progresiva de radiografía forense en servicios médico-legales con diferentes niveles de recursos.
- Mejora de la calidad pericial: La demostración de utilidad diagnóstica justifica la inversión en equipamiento y capacitación para fortalecer la objetividad de los peritajes médico-legales.

La correlación con autopsia convencional realizada en este estudio establece un precedente metodológico importante para la radiología forense en Argentina, proporcionando evidencia empírica sólida sobre la utilidad de técnicas radiológicas accesibles como complemento efectivo de la autopsia tradicional.

Los resultados justifican la incorporación sistemática de radiografía del block hiogloso en protocolos de autopsia para casos de compresión cervical. La técnica demostró ser factible, reproducible y diagnósticamente útil, cumpliendo con criterios de implementación práctica en servicios médico-legales.

El protocolo técnico desarrollado en este estudio proporciona parámetros específicos que pueden adoptarse por otros servicios, contribuyendo a la estandarización nacional de procedimientos radiológicos forenses.

La implementación exitosa requiere capacitación específica para técnicos y médicos legistas, enfatizando tanto aspectos técnicos (parámetros radiográficos, posicionamiento) como interpretativos (reconocimiento de patrones de fractura, diferenciación de artefactos).

En conclusión, este estudio proporciona evidencia empírica sobre la utilidad de la radiografía convencional como herramienta complementaria en medicina forense, contribuyendo al desarrollo de una práctica médico-legal más objetiva, reproducible y técnicamente sólida.

CONCLUSIONES

El presente estudio demostró que la radiografía convencional constituye una herramienta complementaria valiosa para la detección de fracturas del block hiogloso en casos de muerte por compresión extrínseca del cuello. Los principales hallazgos incluyen:

Tasa de detección significativa: Se identificaron fracturas del hueso hioides en el 15,05% de los casos analizados (14/93), proporción clínicamente relevante que justifica la aplicación sistemática de esta técnica.

Patrones anatómicos definidos: Las fracturas mostraron predilección por el tercio medio de la tabla mayor derecha (64.3% de casos positivos) y marcado predominio del lado derecho (92,9%), patrones consistentes con mecanismos compresivos unilaterales.

Diferenciación por mecanismo lesional: Los casos de estrangulación presentaron mayor frecuencia de fracturas desplazadas (75%) comparado con ahorcamiento (0%), sugiriendo que el patrón radiológico puede contribuir a la diferenciación del mecanismo de muerte.

Distribución etaria característica: La mayor frecuencia de fracturas en adultos de 31-50 años (50%) confirma la influencia de la osificación progresiva del hioides en la susceptibilidad a lesiones traumáticas.

Factibilidad técnica demostrada: El 100% de las radiografías fueron técnicamente adecuadas, confirmando la viabilidad práctica del protocolo propuesto en condiciones reales de trabajo forense.

Contribuciones del Estudio

- Proporciona evidencia empírica sobre la utilidad diagnóstica de la radiografía convencional en el contexto forense argentino
- Establece patrones de fractura específicos asociados a diferentes mecanismos de compresión cervical
- Demuestra la factibilidad de implementación en servicios médico-legales con recursos limitados
- Desarrolla un protocolo técnico estandarizado para radiografía del block hiogloso, fundamentado en la integración de conocimientos de medicina forense con experiencia clínica

en diagnóstico por imágenes, estableciendo parámetros radiográficos específicos que optimizan la detección de fracturas y aseguran la reproducibilidad de los resultados

- Proporciona criterios objetivos para la documentación de fracturas.
- Fortalece la evidencia probatoria disponible para contextos judiciales

Recomendaciones

- **Implementación sistemática:** Incorporar la radiografía del block hiogloso como procedimiento estándar en todos los casos de sospecha de compresión cervical extrínseca.
- **Adopción del protocolo técnico:** Utilizar los parámetros y procedimientos desarrollados en este estudio para asegurar reproducibilidad y calidad diagnóstica.
- **Capacitación profesional:** Desarrollar programas de entrenamiento específico para técnicos radiólogos y médicos legistas en radiología forense aplicada al cuello.
- **Integración interpretativa:** Correlacionar sistemáticamente los hallazgos radiológicos con los resultados de autopsia para optimizar el diagnóstico integral.

Para la Investigación Futura

- **Estudios de correlación:** Realizar investigaciones que comparen directamente hallazgos radiológicos con disección anatómica para determinar sensibilidad y especificidad exactas.
- **Validación multicéntrica:** Aplicar el protocolo propuesto en otros servicios médico-legales para evaluar su generalización y adaptabilidad.
- **Análisis multivariado:** Desarrollar modelos predictivos que integren variables demográficas, mecanismo de muerte y características radiológicas.
- **Comparación tecnológica:** Evaluar el rendimiento de la radiografía convencional versus técnicas más avanzadas cuando estén disponibles.

Impacto Esperado

La incorporación sistemática de radiografía forense contribuirá a:

- Mejorar la objetividad de los informes médico-legales
- Incrementar la reproducibilidad de los hallazgos
- Fortalecer la solidez probatoria de las pericias
- Reducir la variabilidad Inter observador en la detección de fracturas

Los beneficios incluyen:

- Mayor disponibilidad de evidencia objetiva y visual
- Mejor comprensión de los hallazgos por parte de operadores judiciales
- Fortalecimiento de la cadena probatoria en casos complejos
- Contribución a la determinación precisa de mecanismos de muerte

Reflexión Final

Este estudio confirma que la evolución de la medicina forense hacia la integración de herramientas tecnológicas complementarias no solo es deseable sino necesaria para mantener los estándares de calidad científica requeridos en el contexto judicial contemporáneo. La radiografía convencional, por su accesibilidad, bajo costo y efectividad demostrada, representa un primer paso significativo hacia una práctica médico-legal más objetiva, reproducible y técnicamente sólida.

La medicina forense del siglo XXI debe caracterizarse por la incorporación inteligente de tecnología disponible, sin perder de vista los principios fundamentales de rigor científico, exhaustividad diagnóstica y servicio a la justicia que han definido históricamente esta disciplina.

El desarrollo del protocolo técnico propuesto se fundamentó en la integración de principios de medicina forense con experiencia clínica en diagnóstico por imágenes, permitiendo establecer parámetros radiográficos específicos optimizados para la detección de fracturas hioideas. Esta combinación de expertise médico-legal y radiológico resulta esencial para asegurar la calidad técnica de las imágenes y la precisión interpretativa en el contexto forense, garantizando la reproducibilidad de los resultados en diferentes servicios médico-legales.

LIMITACIONES

Limitaciones Metodológicas

El carácter retrospectivo del estudio impone restricciones inherentes a este tipo de diseño, incluyendo:

- Dependencia de registros preexistentes que pueden presentar variabilidad en calidad y completitud.
- Imposibilidad de controlar prospectivamente variables de confusión que podrían haber influido en los resultados.
- Limitada capacidad para establecer relaciones causales definitivas, aunque la correlación anatomopatológica sistemática fortalece la validez de las asociaciones observadas.

Además, aunque se analizaron 93 casos totales, solo 14 presentaron fracturas (15,05%), lo que constituye un número limitado para:

- Análisis estadísticos multivariados más sofisticados.
- Identificación de patrones menos frecuentes o subgrupos específicos.
- Evaluación de variables de confusión múltiples.
- Establecimiento de modelos predictivos robustos con validación cruzada.

Se realizó una correlación con autopsia convencional en todos los casos, la presentación de solo 6 casos representativos generaría limitaciones específicas:

- Síntesis limitada: Los casos presentados ilustran patrones principales, pero no reflejan toda la variabilidad observada en el análisis completo.
- Selección no aleatoria: Los casos fueron elegidos como representativos de diferentes patrones, lo que puede no reflejar completamente la distribución real de hallazgos.
- Información condensada: La presentación resumida no incluye todos los detalles de correlación disponibles en el análisis completo.

Si bien se efectuó una implementación Progresiva del Protocolo, algunas radiografías fueron tomadas durante el proceso de desarrollo y estandarización del protocolo, generando:

- Heterogeneidad menor en la calidad técnica de las imágenes iniciales.
- Curva de aprendizaje del equipo técnico que pudo influir en la calidad de estudios tempranos.

- Variabilidad en la aplicación estricta de parámetros técnicos durante la fase de implementación.

Limitaciones Inherentes de la Radiografía Convencional

La técnica radiográfica simple presenta restricciones técnicas inherentes que persisten independientemente del protocolo aplicado:

- Evaluación limitada de tejidos blandos perióseos y estructuras cartilaginosas no osificadas.
- Superposición de estructuras anatómicas que puede ocultar fracturas en planos específicos.
- Dependencia de la calidad del equipamiento radiográfico disponible.
- Resolución espacial limitada comparada con técnicas tomográficas avanzadas.

Limitaciones Poblacionales y Contextuales

Se destaca que el estudio se limitó a la población del Instituto Médico Legal de Rosario, lo que plantea interrogantes sobre:

- Generalización de resultados a poblaciones con diferentes características demográficas.
- Variabilidad en patrones lesionales entre diferentes regiones geográficas.
- Diferencias en recursos técnicos y experiencia profesional entre servicios médico-legales.
- Influencia de factores socioculturales regionales específicos en los mecanismos de muerte.

Además, el período de estudio fue de 2 años y puede no reflejar completamente:

- Variaciones estacionales o cíclicas en la incidencia de casos.
- Cambios en patrones epidemiológicos de violencia interpersonal.
- Evolución en técnicas de investigación criminal que puedan influir en la selección de casos.
- Modificaciones en protocolos institucionales durante el período de estudio.

Limitaciones en Variables y Clasificación

No se recolectaron sistemáticamente variables adicionales que podrían influir en los resultados:

- Características antropométricas específicas de las víctimas (peso, altura, contextura).
- Tiempo exacto transcurrido entre muerte y realización de estudios.
- Condiciones específicas de conservación del cadáver.
- Presencia de patologías óseas preexistentes o factores de fragilidad ósea.
- Detalles pormenorizados sobre circunstancias y mecanismos específicos de muerte.

Clasificación Simplificada de Fracturas

La clasificación utilizada se limitó a criterios básicos fundamentales, sin incluir:

- Análisis morfológico detallado de los trazos de fractura.
- Evaluación del grado de osificación individual del hioides.
- Caracterización de fracturas múltiples complejas o patrones atípicos.
- Análisis de la relación espacial precisa con estructuras anatómicas adyacentes.

Limitaciones Analíticas

El análisis se centró principalmente en estadística descriptiva debido al tamaño muestral limitado, restringiendo:

- Desarrollo de modelos predictivos multivariados robustos.
- Análisis de interacciones complejas entre variables.
- Control estadístico simultáneo de múltiples variables de confusión.
- Validación cruzada de hallazgos con técnicas estadísticas avanzadas.

Ausencia de Seguimiento Longitudinal

No se realizó seguimiento prospectivo de casos para evaluar:

- Correlación con resultados de investigaciones judiciales posteriores.
- Impacto real de los hallazgos radiológicos en decisiones periciales finales.
- Utilidad práctica de la evidencia radiológica en procesos judiciales.
- Satisfacción y comprensión de operadores judiciales con la evidencia presentada.

Sin embargo, todas las limitaciones identificadas no invalidan los hallazgos fundamentales del estudio, considerando que:

- La correlación con la autopsia convencional proporciona validación robusta de los resultados radiológicos.
- El protocolo técnico desarrollado demostró aplicabilidad práctica en condiciones reales.
- Los patrones identificados son consistentes con literatura científica internacional.
- El tamaño muestral total (93 casos) es apropiado para estudios descriptivos en medicina forense.

Se señala que el estudio presenta fortalezas que aumentan la confiabilidad de los hallazgos:

- Correlación sistemática completa: Análisis con autopsia en todos los casos estudiados.
- Estandarización técnica: Desarrollo e implementación de protocolo específico.
- Diversidad de casos: Inclusión de diferentes mecanismos lesionales y grupos etarios.
- Aplicabilidad práctica: Demostración de factibilidad en contexto de recursos limitados.

Transparencia y Rigor Científico

La identificación y discusión detallada de estas limitaciones refleja:

- Autocrítica metodológica apropiada que fortalece la credibilidad científica.
- Comprensión clara de los alcances reales del estudio.
- Base sólida para interpretación responsable de los resultados.
- Fundamento robusto para el diseño de investigaciones futuras más comprehensivas.

Esta transparencia en el reconocimiento de limitaciones constituye un componente esencial de la integridad científica y proporciona fundamentos sólidos para el desarrollo continuado de la radiología forense como disciplina basada en evidencia en el contexto nacional.

REFERENCIAS

Byard, R. W. (2011). Forensic issues in cases of postmortem removal and retention of human organs. *Forensic Science, Medicine, and Pathology*, 7(1), 5-8. <https://doi.org/10.1007/s12024-010-9163-4>

Byard, R. W., Wick, R., Simpson, E., & Gilbert, J. D. (2008). The pathological features and circumstances of death of lethal crush/traumatic asphyxia in adults—a 25-year study. *Forensic Science International*, 159(2-3), 200-205.

Cartagena Pastor, J. M., Donat Laporta, E., Barrero Alba, R., Tena, E. A., Cartagena Dauden, I., & Miró Seoane, A. (2016). *Manual de medicina legal para juristas* (1ª ed.). Editorial Ortega.

Collins, K. A. (2023). Forensic pathology of strangulation. *Academic Forensic Pathology*, 13(2), 125-142. <https://doi.org/10.1177/1925362123485672>

Concheiro, L. (1991). Asfixias mecánicas. En J. A. Gisbert Calabuig (Ed.), *Medicina legal y toxicología* (pp. 376-385). Masson.

Dedouit, F., Telmon, N., Costagliola, R., Otal, P., Florence, L. L., Joffre, F., & Rougé, D. (2007). Virtual autopsy with multislice computed tomography: application and limits. *Radiographics*, 27(4), 1063-1073.

Feigin, G. (1999). Frequency of neck organ fractures in hanging. *American Journal of Forensic Medicine and Pathology*, 20(2), 128-130. <https://doi.org/10.1097/00000433-199906000-00006>

Gascho, D., Thali, M. J., & Niemann, T. (2019). Post-mortem computed tomography: Technical principles and recommended parameter settings for high-resolution imaging. *Medicine, Science and the Law*, 59(2), 70-82. <https://doi.org/10.1177/0025802418797744>

Grabherr, S., Djonov, V., Yen, K., Thali, M. J., & Dirnhofer, R. (2017). Postmortem angiography: review of former and current methods. *American Journal of Roentgenology*, 188(3), 832-838.

Hejna, P. (2011). Laryngeal fractures in strangulation: A forensic autopsy study. *Legal Medicine*, 13(3),117-120. <https://doi.org/10.1016/j.legalmed.2011.01.003>

Knight, B. (1996). The significance of the postmortem discovery of gastric contents. *Forensic ScienceInternational*, 7(1), 53-57. [https://doi.org/10.1016/0379-0738\(76\)90062-7](https://doi.org/10.1016/0379-0738(76)90062-7)

Levy, A. D., Harcke, H. T., & Mallak, C. T. (2010). Postmortem imaging: MDCT features of postmortem change and decomposition. *American Journal of Forensic Medicine and Pathology*,31(1), 12-17.

Mukhopadhyay, P. P. (2010). Medicolegal aspects of mechanical asphyxial deaths—A review.*Journal of Indian Academy of Forensic Medicine*, 32(4), 324-331.

Patitó, J. A. (2012). *Manual de medicina legal* (2ª ed.). Librería Akadia Editorial.

Pollanen, M. S., & Chiasson, D. A. (1996). Fracture of the hyoid bone in strangulation: Comparison of fractured and unfractured hyoids from victims of strangulation. *Journal of Forensic Sciences*, 41(1),110-113. <https://doi.org/10.1520/JFS13914J>

Roberts, I. S., Benamore, R. E., Benbow, E. W., Lee, S. H., Harris, J. N., Jackson, A., ... & Peebles, C.(2012). Post-mortem imaging as an alternative to autopsy in the diagnosis of adult deaths: a validation study. *The Lancet*, 379(9811), 136-142.

Sánchez de León Robles, M. S. (2006). Hallazgos microscópicos en la autopsia del cuello: casuística del Instituto de Toxicología en casos de ahorcadura, estrangulación y otras lesiones cervicales.*Cuadernos de Medicina Forense*, 12(43-44), 207-215.

https://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1135-76062006000200027

Shiotani, S., Kohno, M., Ohashi, N., Yamazaki, K., Itai, Y., & Watanabe, K. (2004). Postmortem intravascular high-density fluid level (hypostasis): CT findings. *Journal of Computer Assisted Tomography*, 28(3), 305-311.

Thali, M. J., Yen, K., Schweitzer, W., Vock, P., Boesch, C., Ozdoba, C., ... & Dirnhofer, R. (2003). Virtopsy, a new imaging horizon in forensic pathology: virtual autopsy by postmortem multislice computed tomography (MSCT) and magnetic resonance imaging (MRI)—a feasibility study. *Journal of Forensic Medicine and Pathology*, 24(4), 235-243.

Ubelaker, D. H., Khosrowshahi, H., Mosca, L. A., Richman, K. M., Garvin, H. M., & Lawson, A. R. (2020). The forensic evaluation of skeletal remains: A century of progress. *Forensic Sciences Research*, 5(4), 263-287.

ANEXO - PROTOCOLO TÉCNICO ESTANDARIZADO PARA RADIOGRAFÍA DEL BLOCK HIOGLOSO EN MEDICINA FORENSE

INTRODUCCIÓN AL PROTOCOLO

Este protocolo establece los procedimientos técnicos estandarizados para la obtención de radiografías del block hiogloso en casos de muerte por compresión extrínseca del cuello, desarrollado en base a la experiencia del Instituto Médico Legal de Rosario y validado mediante el análisis de 93 casos consecutivos.

A.1.1 Objetivos del Protocolo

- Estandarizar la técnica radiográfica para asegurar reproducibilidad
- Optimizar la calidad diagnóstica de las imágenes obtenidas
- Facilitar la interpretación y comparación Inter observador
- Establecer criterios de seguridad radiológica apropiados

A.1.2 Alcance de Aplicación

- Casos de muerte por ahorcamiento
- Casos de muerte por estrangulación (manual, con lazo, antebraquial)
- Casos de compresión cervical de mecanismo indeterminado

A.2 RECURSOS NECESARIOS

A.2.1 Equipamiento Radiológico

Equipo de rayos X convencional con capacidad mínima:

- Rango de kilovoltaje: 40-80 kV
- Rango de miliamperaje: 50-200 mA
- Control de tiempo: 10-200 mseg
- Tubo con ánodo rotatorio (recomendado)

A.2.2 Materiales Complementarios

- **Chasis radiográfico** tamaño 18x24 cm (mínimo) o 24x30 cm (recomendado)
- **Películas radiográficas** o sistema de radiología digital
- **Base radiolúcida** (telgopor de 5-10 cm de espesor)
- **Marcadores radiopacos** para identificación (L/R, AP/LAT)
- **Regla radiopaca** para referencia de tamaño (opcional)

A.2.3 Elementos de Protección

- **Delantal plomado** para operador
- **Protector tiroideo**
- **Guantes plomados** (si requiere manipulación durante exposición)
- **Dosímetro personal** para técnico operador

A.2.4 Equipamiento de Apoyo

- **Mesa de trabajo** con superficie lisa y estable
- **Paños absorbentes** desechables
- **Material de limpieza** y desinfección
- **Contenedores** para residuos biológicos

A.3 PROCEDIMIENTO TÉCNICO PASO A PASO

A.3.1 Preparación Previa

Preparación del Equipo

- **Verificar funcionamiento** del equipo de rayos X
- **Calibrar parámetros** según especificaciones del protocolo
- **Colocar chasis** en posición adecuada
- **Preparar marcadores** de identificación
- **Verificar protección radiológica** del área

Preparación de la Pieza Anatómica

- **Obtener el block hiogloso** mediante disección estándar de autopsia
- **Limpiar suavemente** restos de tejidos blandos adheridos (sin dañar estructuras)
- **Verificar integridad** de hueso hioides y cartílagos laríngeos
- **Documentar** condiciones macroscópicas previas a radiografía

Preparación del Espacio de Trabajo

- **Desinfectar superficie** de trabajo
- **Colocar paños** absorbentes desechables
- **Posicionar base radiolúcida** sobre el chasis
- **Verificar limpieza** del área de exposición

A.3.2 Proyección Antero-Posterior (AP)

Posicionamiento de la Pieza

Colocar el **block hiogloso** sobre la base radiolúcida con:

- Cara posterior apoyada completamente sobre la superficie
- Plano medio perpendicular al detector
- Estructura centrada respecto al campo radiográfico
- Astas mayores desplegadas simétricamente

Configuración del Tubo de Rayos X

- **Distancia foco-película:** 70-80 cm
- **Angulación del tubo:** 30° en sentido caudocefálico
- **Centrado:** Sobre la región del cuerpo del hioides
- **Colimación:** Limitada al área de interés (block hiogloso completo)

Parámetros Técnicos Estándar

| Parámetro | Valor Estándar | Pieza en Formol >3 días |
|-------------|----------------|-------------------------|
| kVp | 50 | 45 |
| mA | 100 | 100 |
| Tiempo (ms) | 70 | 75 |
| mAs | 7 | 7,5 |

Criterios de Calidad - Proyección AP

- **Visualización completa** del cuerpo del hioides
- **Ambas astas desplegadas** sin superposición
- **Contraste adecuado** entre hueso y fondo
- **Ausencia de artefactos** por movimiento o elementos extraños
- **Identificación clara** con marcadores L/R y caso

A.3.3 Proyección Lateral (LAT)

Posicionamiento de la Pieza

- **Rotar el block hiogloso** 90° respecto a la posición AP:
- Plano sagital paralelo al detector
- Perfil lateral perfectamente alineado
- Estructuras anterior y posterior superpuestas

- Centrado en el campo radiográfico

Configuración del Tubo de Rayos X

- **Distancia foco-película:** 70-80 cm
- **Angulación del tubo:** 10° en sentido cefalocaudal
- **Centrado:** Sobre el plano medio del hioides
- **Colimación:** Ajustada al perfil lateral de la estructura

Parámetros Técnicos Estándar

| Parámetro | Valor Estándar | Pieza en Formol >3 días |
|-------------|----------------|-------------------------|
| kVp | 54 | 49 |
| mA | 100 | 100 |
| Tiempo (ms) | 70 | 75 |
| mAs | 7 | 7,5 |

Criterios de Calidad - Proyección Lateral

- **Silüeta en herradura** claramente definida
- **Ambas astas visibles** en proyección lateral
- **Superposición adecuada** de estructuras bilaterales
- **Nitidez óptima** sin borrosidad por movimiento
- **Marcación apropiada** LAT y número de caso

A.4 CONSIDERACIONES ESPECIALES

A.4.1 Modificaciones Según Estado de Conservación

Piezas Frescas (< 24 horas post mortem)

- Utilizar parámetros estándar
- Mayor cuidado en manipulación por mayor fragilidad
- Limpieza mínima para preservar tejidos blandos adheridos

Piezas en Formol (> 3 días)

- **Reducir kVp en 5 unidades**
- **Aumentar tiempo en 5 ms**
- Mayor contraste debido a fijación química
- Posible mayor rigidez para posicionamiento

Piezas Sumergidas en Agua

- **Reducir kVp en 5 unidades**
- **Aumentar tiempo en 5-10 ms**
- Secar superficie antes de posicionamiento
- Considerar posible pérdida de densidad ósea

A.4.2 Situaciones Especiales

Osificación Incompleta (Casos Jóvenes)

- **Reducir kVp en 3-5 unidades**
- **Aumentar contraste** para visualizar cartílagos
- **Tiempo de exposición mínimo** para evitar sobreexposición
- Considerar **técnica de alta resolución**

Calcificación Excesiva (Casos Ancianos)

- **Aumentar kVp en 3-5 unidades**
- **Reducir contraste** para penetrar calcificaciones
- **Evaluar necesidad** de proyecciones oblicuas complementarias

A.5 CONTROL DE CALIDAD

A.5.1 Criterios de Aceptabilidad Técnica

Criterios Mínimos de Calidad

- **Visualización completa** de la estructura hioidea
- **Contraste suficiente** para diferenciar hueso de fondo
- **Ausencia de artefactos** que interfieran con la interpretación
- **Identificación correcta** del caso y proyección
- **Posicionamiento adecuado** sin rotaciones significativas

Criterios de Rechazo

- **Subexposición** que impida visualización de fracturas sutiles
- **Sobreexposición** que oscurezca detalles óseos
- **Artefactos de movimiento** o elementos extraños
- **Posicionamiento inadecuado** que oculte áreas críticas
- **Falta de identificación** o marcación incorrecta

A.5.2 Registro de Calidad

Documentación Obligatoria

- **Número de caso** y fecha de estudio
- **Parámetros técnicos utilizados**
- **Condiciones de la pieza** (fresca, formol, etc.)
- **Proyecciones realizadas**
- **Observaciones técnicas** relevantes
- **Calidad técnica** de las imágenes obtenidas

A.6 INTERPRETACIÓN RADIOLÓGICA

A.6.1 Elementos Anatómicos Normales

Hueso Hioides Normal

- **Cuerpo central** curvo, convexo hacia anterior
- **Astas mayores** simétricas, dirigidas postero lateralmente
- **Astas menores** (cuando visibles) dirigidas superiormente
- **Contornos regulares** sin interrupciones
- **Densidad homogénea** según grado de osificación

Variantes Normales

- **Grado de osificación** variable según edad
- **Asimetría menor** de astas mayores (< 20%)
- **Fusión incompleta** en individuos jóvenes
- **Osificación heterogénea** en adultos mayores

A.6.2 Signos Radiológicos de Fractura

Signos Directos

- **Línea de fractura:** Solución de continuidad radiolúcida
- **Desplazamiento:** Pérdida de alineación normal
- **Fragmentación:** Múltiples fragmentos separados
- **Angulación anormal:** Desviación del eje anatómico

Signos Indirectos

- **Irregularidad de contornos:** Bordes óseos anómalos
- **Pérdida de continuidad:** Interrupciones sutiles
- **Cambios de densidad:** Áreas de mayor o menor densidad
- **Superposición anormal:** Fragmentos superpuestos

A.6.3 Criterios de Interpretación

Clasificación de Fracturas

- **Por localización:** Tercio proximal/medio/distal del asta
- **Por lateralidad:** Derecha/izquierda/bilateral
- **Por desplazamiento:** Con/sin desplazamiento
- **Por complejidad:** Simple/conminuta/múltiple

Diagnóstico Diferencial

- **Artefactos técnicos:** Líneas por superposición de elementos
- **Variantes anatómicas:** Fusiones incompletas normales
- **Cambios post mortem:** Alteraciones por manipulación
- **Patología preexistente:** Lesiones no relacionadas con trauma agudo

A.7 SEGURIDAD RADIOLÓGICA

A.7.1 Protección del Personal

Principios ALARA (As Low As Reasonably Achievable)

- **Tiempo:** Minimizar tiempo de exposición
- **Distancia:** Mantener distancia máxima del haz primario
- **Blindaje:** Uso obligatorio de elementos de protección

Procedimientos de Seguridad

- **Verificar área despejada** antes de exposición
- **Usar equipos de protección** obligatoriamente
- **Posicionarse fuera del haz directo** durante exposición
- **Verificar funcionamiento** de sistemas de seguridad
- **Mantener registro** de exposiciones y dosis

A.7.2 Gestión de Residuos

Materiales Contaminados

- **Paños absorbentes:** Residuos biológicos clase B
- **Guantes y elementos:** Residuos patológicos
- **Líquidos de limpieza:** Según normativa local

Descontaminación del Equipo

- **Superficie del chasis:** Desinfección con alcohol 70%
- **Mesa de trabajo:** Limpieza con desinfectante hospitalario
- **Elementos reutilizables:** Esterilización según protocolo institucional

A.8 REGISTRO Y DOCUMENTACIÓN

A.8.1 Ficha Técnica del Procedimiento

| |
|--|
| <p>RADIOGRAFÍA DEL BLOCK HIOGLOSO - REGISTRO TÉCNICO</p> <p>Caso N°: _____ Fecha: ___/___/20___</p> <p>Técnico Operador: _____</p> <p>Médico Solicitante: _____</p> <p>CARACTERÍSTICAS DE LA PIEZA:</p> <p><input type="checkbox"/> Fresca (< 24 hs) <input type="checkbox"/> Formol (> 3 días) <input type="checkbox"/> Sumergida</p> <p>Estado de conservación: _____</p> <p>Observaciones macroscópicas: _____</p> <p>PARÁMETROS TÉCNICOS UTILIZADOS:</p> <p>Proyección AP: kVp: ___ mA: ___ t: ___ms mAs: ___</p> <p>Proyección LAT: kVp: ___ mA: ___ t: ___ms mAs: ___</p> <p>Distancia foco-película: _____ cm</p> <p>CALIDAD TÉCNICA:</p> <p><input type="checkbox"/> Excelente <input type="checkbox"/> Buena <input type="checkbox"/> Aceptable <input type="checkbox"/> Deficiente</p> <p>Observaciones: _____</p> <p>HALLAZGOS RADIOLÓGICOS PRELIMINARES:</p> <p><input type="checkbox"/> Sin fracturas aparentes</p> <p><input type="checkbox"/> Fractura presente: _____</p> <p>Localización: _____</p> <p>Lateralidad: _____</p> <p>Desplazamiento: _____</p> <p>Firma Técnico: _____ Firma Médico: _____</p> |
|--|

A.8.2 Archivo de Imágenes

Identificación Digital

- **Formato:** DICOM estándar (preferible) o JPEG alta resolución
- **Nomenclatura:** Caso_Proyección_Fecha (ej: 2024-001_AP_15012024)
- **Metadatos:** Incluir parámetros técnicos en archivo
- **Backup:** Copia de seguridad obligatoria

Almacenamiento Físico

- **Películas:** En sobres identificados, ambiente seco
- **Registro:** Libro de estudios con índice cronológico
- **Acceso:** Protocolo de consulta y préstamo
- **Conservación:** Condiciones apropiadas de temperatura y humedad

A.9 MANTENIMIENTO Y CALIBRACIÓN

A.9.1 Mantenimiento Preventivo

Control Diario

- Verificación de parámetros de exposición
- Limpieza de superficies de trabajo
- Revisión de elementos de protección

Control Semanal

- Calibración de parámetros técnicos
- Verificación de calidad de imagen
- Revisión de sistemas de seguridad

Control Mensual

- Mantenimiento técnico especializado
- Calibración con patrones estándar
- Documentación de control de calidad

A.9.2 Capacitación del Personal

Formación Inicial

- Fundamentos de radiología forense
- Técnica específica del protocolo

- Interpretación básica de imágenes
- Normas de seguridad radiológica

Capacitación Continua

- Actualización técnica anual
- Revisión de casos complejos
- Intercambio con otros servicios
- Participación en actividades académicas

A.10 BIBLIOGRAFÍA DEL PROTOCOLO

Cartagena Pastor, J. M., Donat Laporta, E., Barrero Alba, R., Tena, E. A., Cartagena Dauden, I., & Miró Seoane, A. (2016). *Manual de medicina legal para juristas* (1ª ed.). Editorial Ortega.

Gascho, D., Thali, M. J., & Niemann, T. (2019). Post-mortem computed tomography: Technical principles and recommended parameter settings for high-resolution imaging. *Medicine, Science and the Law*, 59(2), 70-82.

International Atomic Energy Agency. (2014). *Radiation protection in medical imaging and interventional radiology*. IAEA Safety Standards Series No. SSG-46.

Organización Mundial de la Salud. (2016). *Manual de seguridad radiológica en medicina*. OMS Press.

Patitó, J. A. (2012). *Manual de medicina legal* (2ª ed.). Librería Akadia Editorial.

NOTA: Este protocolo debe adaptarse a las condiciones específicas de cada institución, manteniendo los principios técnicos fundamentales aquí establecidos.