

Estimación de la data de muerte mediante el uso de tejidos Bucodentarios. Revisión Bibliográfica

TRABAJO DE REVISIÓN

*Estimation of death data from the analysis of oral and dental tissues
A review.*



Valentina Macarena García Díaz¹, Constanza Sáez Terrazas²:

Patricio Carrasco Tapia ^{3†} QDDG, <https://orcid.org/0000-0002-5386-4393>, Carolina

Inostroza Silva⁴.: <https://orcid.org/0000-0002-1176-9160>



^{1,2, 3,4}Universidad de los Andes, Facultad de Odontología, Santiago, Chile. †

⁴Universidad de los Andes, Facultad de Odontología, Centro de Investigación en Biología y Regeneración Oral, Santiago, Chile.

Correspondencia a Carolina Inostroza Silva: cminostroza@uandes.cl.

PALABRAS CLAVE

Odontología Forense, Intervalos después de la muerte, Tejidos Dentales, Cambios después de la muerte.

KEYWORDS

Forensic odontology, Dental tissues, Post mortem Interval, Changes *Post mortem*.

CITAR COMO

García Díaz VM, Sáez Terrazas C, Carrasco Tapia P, Inostroza Silva C. Estimación de la data de muerte mediante el uso de tejidos bucodentarios. Revisión Bibliográfica. Rev. cienc. forenses Honduras. 2024; 10(2): 49-60. doi:10.5377/rfch.v10i2.20377

HISTORIA DEL ARTÍCULO

Recepción: 16 -10- 2024

Aprobación: 2 -11- 2024

DECLARACIÓN DE RELACIONES Y/O ACTIVIDADES FINANCIERAS, COMERCIALES

La investigación fue financiada por la Universidad de Los Andes

CONFLICTOS DE INTERÉS

Ninguno

RESUMEN

Justificación: La estimación de la data de muerte en casos criminales e investigación forense es un desafío crucial que sigue representando una dificultad. Esto ha llevado a usar diferentes metodologías en varios tejidos como los bucodentarios, tanto la pulpa, el esmalte, cemento, ligamento periodontal, mucosa bucal y gingival para poder acercarse más a esta determinación. **Objetivo:** Realizar una búsqueda de artículos científicos relacionados a la estimación de data de muerte a partir de tejidos bucodentarios, mediante metodologías histopatológicas, morfológicas o moleculares. **Metodología:** Se realizó una búsqueda en las bases de datos Pubmed, Google académico y Springer link, utilizando las palabras clave en español e inglés: "Tejidos Dentales", "Cambios *post mortem*", "Odontología Forense". Se confeccionó una tabla de síntesis de los artículos seleccionados y un análisis de la evidencia con las pautas STROBE y ARRIVE. **Resultados:** De 2,004 artículos arrojados en primera instancia, se seleccionaron nueve artículos que

describían los cambios *post mortem* en estos tejidos a lo largo de diferentes intervalos de tiempo. Estos cambios se evaluaron mediante análisis histopatológicos, morfológicos y moleculares. nueve de los artículos seleccionados cumplieron con los criterios propuestos para este trabajo, donde luego de revisar cada artículo con las pautas ARRIVE y STROBE, ocho cumplieron con los criterios. **Discusión:** Se describió que los tejidos bucodentales sufren diversos cambios *post mortem* en función de distintos intervalos de tiempo, lo que se evidencia a través de la aplicación de distintos análisis y evaluaciones histopatológicas, morfológicas y moleculares. **Conclusión:** Las transformaciones *post mortem* de los tejidos bucodentales, permitieron generar patrones confiables en la estimación de la data de muerte, lo que haría posible su aplicación en la determinación del intervalo *post mortem*.

ABSTRACT

Justification: The estimation of the time of death in criminal cases and forensic investigations remains a crucial challenge that continues to present difficulties. This has led to the use of various methodologies on different tissues, including dental tissues such as pulp, enamel, cementum, periodontal ligament, oral mucosa, and gingiva, to improve accuracy in determining postmortem intervals. **Objective:** To conduct a literature review of scientific articles related to the estimation of the time of death based on dental tissues using histopathological, morphological, or molecular methodologies. **Methodology:** A search was conducted in the PubMed, Google Scholar, and Springer Link databases using keywords in both Spanish and English: "Dental Tissues," "Post-mortem Changes," and "Forensic Dentistry." A summary table of the selected articles was created, and an evidence analysis was performed using the STROBE and ARRIVE guidelines. **Results:** From an initial pool of 2,004 articles, nine articles were selected that described post-mortem changes in these tissues over different time intervals. These changes were evaluated through histopathological, morphological, and molecular analyses. After reviewing each article using the ARRIVE and STROBE guidelines, eight articles met the proposed criteria for this study. **Discussion:** It was observed that dental tissues undergo various *post-mortem* changes depending on different time intervals, which can be evidenced through the application of different histopathological, morphological, and molecular analyses and evaluations. **Conclusion:** The *post-mortem* transformations of dental tissues allowed the identification of reliable patterns for estimating the time of death, making it possible to apply this knowledge in determining the *post-mortem* interval.

INTRODUCCIÓN

La data de muerte o el intervalo *post mortem* (IPM) es la duración del tiempo que ha transcurrido el cuerpo desde la muerte¹. En este lapso el cuerpo experimenta una serie de procesos de degradación y putrefacción debido a complejos factores fisicoquímicos y ambientales, tanto internos como externos al cadáver. Estos procesos han sido ampliamente utilizados para la estimación del tiempo de muerte, lo cual es crucial en investigaciones criminales y forenses¹.

Los IPM pueden ser clasificados en data de muerte temprana, intermedia y tardías, donde fenómenos como el *rigor mortis*, la lividez y la descomposición avanzada son considerados para determinar la etapa en la que se encuentra el cadáver² que, según el cronotanatodiagnóstico, corresponde al cálculo y opinión médico-forense, del tiempo que ha transcurrido desde el momento de la muerte de un

individuo hasta que se inicia el acto pericial ³.

Después de la muerte el cuerpo sufre cambios dramáticos en su composición química y física los cuales se denominan cambios post mortem. Estos cambios pueden proporcionar patrones que permiten una estimación del intervalo de tiempo que ha pasado desde la muerte. Muchos métodos han sido utilizados para obtener información aproximada de la hora o el tiempo transcurrido, métodos que son aplicados a distintos órganos y tejidos del cadáver dependiendo de las condiciones de este⁴.

Uno de los principales desafíos es que los cambios en la composición química y física del cuerpo pueden variar significativamente según factores ambientales como la temperatura, la humedad y la exposición a la luz. Además, las condiciones individuales del cadáver, como el estado de salud previo a la muerte, la causa de la muerte, entre otras, también pueden influir en el ritmo y tipo de cambios post mortem^{5,6}. Aunque hay métodos que proporcionan estimaciones útiles, deben ser considerados como parte de un enfoque más amplio que incluya estos factores y técnicas para así obtener una evaluación más precisa del tiempo transcurrido desde la muerte⁵.

El objetivo de este trabajo fue la búsqueda de artículos científicos relacionados a la estimación de la data de muerte a partir de tejidos bucodentales.

CONTEXTUALIZACION

El diente está compuesto por varios tejidos con funciones y características únicas. En su interior,

se encuentra la pulpa dental, un tejido conectivo laxo altamente vascularizado, que tiene una función crucial en la nutrición y sensibilidad del diente. Este tejido está protegido por una capa de dentina mineralizada, que rodea y proporciona resistencia estructural al diente. La dentina, a su vez, está recubierta por esmalte en la corona, la sustancia más dura del cuerpo humano, y por cemento en la raíz, que facilita la fijación del diente al hueso alveolar. La ubicación anatómica de la pulpa dentro de estas capas protectoras le confiere una gran resistencia mecánica frente a las agresiones del entorno, como el desgaste físico y la invasión de microorganismos ⁷. Además de este órgano, se encuentra la mucosa oral, que la compone la mucosa bucal y gingival, la cual tendrá su epitelio, tejido conectivo y glándulas salivales⁸.

Por otro lado, se encuentra el ligamento periodontal que va a dar una resistencia mecánica transformando la presión dentaria en fuerzas de tensión que actúan sobre el cemento radicular y hueso alveolar.

Los cambios *post mortem* ocurren como resultado de distintos procesos celulares, como apoptosis y necrosis ⁴. Se pueden identificar con distintos métodos, como evaluaciones histopatológicas, ya sea por tinciones histológicas, uso de microscopio de luz; evaluaciones morfológicas como uso de técnicas radiografías; evaluaciones moleculares con la utilización ARN y ADN⁹.

Este artículo se enfoca en los tejidos

bucodentales para el análisis de la data de muerte. Principalmente el órgano dental y los tejidos de soporte.

METODOLOGÍA

Se realizó la búsqueda de artículos científicos en las siguientes bases de datos: Pubmed, Google Académico y Springer Link. Se utilizaron palabras claves en inglés “Forensic dentistry”, “Forensic odontology” y “Dental tissues”, además de las palabras clave “*Post-mortem*”, “*Post-mortem Interval*” y “*Post-mortem changes*”. La traducción correspondiente de los términos es “Odontología forense”, “Intervalos después de la muerte”, “Tejidos dentales” y “Cambios después de la muerte”.

Para cada base de datos se realizaron dos búsquedas con diferentes combinaciones de las palabras claves con el objetivo de ampliar la búsqueda.

Para la selección de los artículos, los criterios de inclusión fueron:

- 1.-Estudios cuyo objetivo de estudio sea la estimación de data de muerte o el intervalo *post mortem* (IPM).
- 2.- Estudios que incluyan en sus análisis los siguientes tejidos bucodentales: Esmalte, pulpa, mucosa bucal, mucosa gingival, cemento y ligamento periodontal.
- 3.- Estudios realizados en humanos.
- 4.- Publicaciones en inglés o español.
- 5.- Revisiones sistemáticas, reportes de casos, estudios observacionales, estudios in vitro y

estudios analíticos.

6.- Año de publicación desde el año 2010 hasta 2024.

Los criterios de exclusión fueron:

1.- Artículos que:

- a) No presentaron información clara con respecto a la metodología.
 - b) No presentaban correctamente descrita la población, métodos utilizados o resultados del estudio.
- 2.- Estudios con textos incompletos, artículos repetidos y de revistas no indexadas.

Realizada la búsqueda en la base de datos, considerando los criterios de inclusión y exclusión, se seleccionaron los artículos mediante la lectura del título y resumen, excluyéndose aquellos que no incluían tejidos bucodentarios para la estimación de la data de muerte. Luego se descargó y realizó la lectura de los artículos a texto completo, donde se verificaron nuevamente los criterios de inclusión y exclusión.

Se realizó un cuadro resumen (**Cuadro 1**) donde se consideraron: autores, año de publicación, tejido y técnica de estudio utilizados, el intervalo *post mortem* de los tejidos como la pulpa, el esmalte, el cemento, mucosa oral y tejido gingival, y el tipo de estudio.

Esto se realizó para sintetizar la información de cada artículo y mostrar la evidencia encontrada de acuerdo con pautas de chequeo STROBE¹⁰ y ARRIVE¹¹.

Cuadro 1: Síntesis de artículos seleccionados

Evaluación	Tejido Dental / Autor	Técnica	Objetivo	Intervalo <i>post-mortem</i>	Tipo de estudio
Histológica	Gingival Yadav y Col. 2015, (12)	Histología: H&E	Ver cambios histológicos	0 a 8 horas 8 a 16 horas 16 a 24 horas	Observacional
	Pulpa Carrasco y Col. 2017, (13)	Histología: H&E, Masson	Ver cambios histológicos, visualizar las fibras de colágeno y hacer un análisis cuantitativo.	24 horas 1 mes 3 y 6 meses	<i>In vitro</i>
	Mucosa oral Patro y Col. 2020, (14)	Histología: H&E, tinción PAS y Van Gieson	Ver cambios histológicos, acinos mucosos y fibras colágenas.	<12.5 horas 12.5-20.5 horas >20.5 horas	Observacional
	Pulpa Bhuyan y Col. 2020 (15)	Histología: H&E, tinción Gram	Ver cambios histológicos y bacterias como estafilococos grampositivos y estreptococos.	24 horas 48 horas 72 horas 1, 3 y 6 meses 1 y 2 años	<i>In vitro</i>
Morfológica	Ligamento Periodontal Granrud y Col.2012, (16)	iButton Link	Evaluar los grados-días acumulados	0 a 6 meses	<i>In vitro</i>
	Esmalte y Cemento Akbulut y Col.2019, (17)	Micro-CT	Evaluar la densidad mineral	Semana 0, 1, 2, 4, 8 y 12.	<i>In vitro</i>
Molecular	Pulpa Poor y Col. 2015, (18)	PCR y electroforesis	Evaluar la amplificación de 2 genes e integridad del ARN respectivamente	PCR: 20 a 42 días RIN: 21 días	<i>In vitro</i>
	Esmalte Ishikawa y Col. 2019, (19)	EPMA	Determinar la composición química de sustancias adheridas al esmalte inmerso en agua	0,7, 14, 30, 69, 90, 180 y 210 días.	<i>In vitro</i>
	Pulpa Borges y Col. 2021, (20)	Electroforesis	Evaluar la integridad del ARN	3 días 1, 2, 3, 4, 8, 12 y 16 semanas	<i>In vitro</i>

Comentario: En el análisis de evidencia de los estudios observacionales realizado con la pauta STROBE, los estudios de Patro y Col.¹⁴, Yadav y Col.¹², Borges y Col.²⁰, Poor y Col.¹⁸, Carrasco y Col.¹³, Granrud y Col.¹⁶, Ishikawa y Col.¹⁹, y Bhuyan y Col.¹⁵, cumplen los criterios con respecto al título, resumen e introducción. Por otro lado, en la metodología los estudios de Patro y Col.¹⁴, Yadav y Col.¹², Borges y Col.²⁰, no se presentan las medidas utilizadas para afrontar las fuentes potenciales de sesgo. En cuanto a los resultados y discusiones, los estudios cumplen la mayoría de los ítems de la pauta, sin embargo, Yadav y Col.¹² y Bhuyan y Col.¹⁵, no presentaron la descripción del financiamiento en sus artículos. Por otra parte, el estudio *in vitro* de Akbulut y Col.¹⁷, se realizó utilizando la pauta ARRIVE. Este estudio no cumplió con especificar los criterios de exclusión, además que no explica cómo este estudio podría generalizarse para otras especies de animales o humanos.

H&E= Hematoxilina y eosina. Fuente del cuadro: Elaboración de los autores.

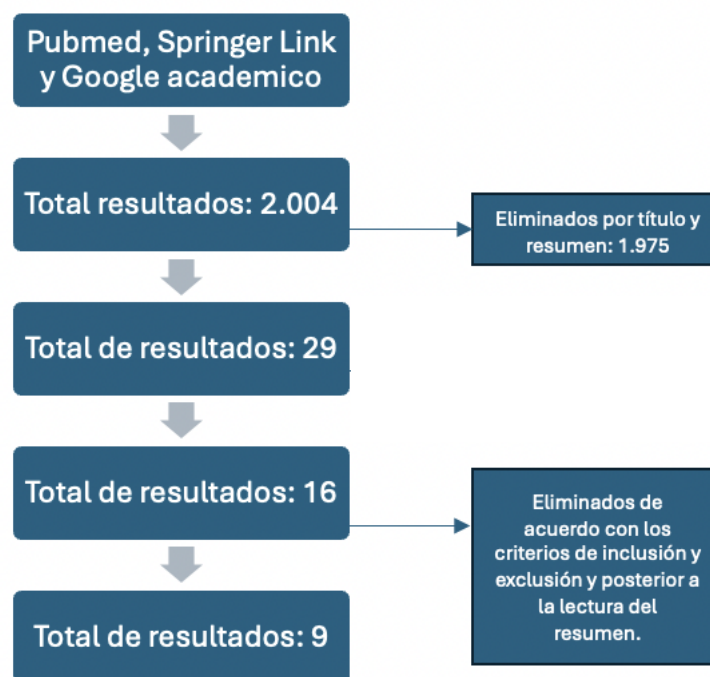


Figura 1. Diagrama de búsqueda y selección de artículos.

RESULTADOS

Producto de la búsqueda se encontraron 2,004 artículos, de los cuales se eliminaron 1,975 por no cumplir con los requisitos de inclusión, o por duplicación quedando un total de 29, de los cuales posterior a la lectura completa del artículo se eliminaron 20 por no cumplir requisitos de inclusión, quedando un total de nueve artículos (Referencias 12 al 20); tal y como se detalla en la **Figura 1**. Los artículos relevantes para la estimación de la data de muerte utilizando tejidos bucodentales emplearon diversas metodologías, incluyendo técnicas histopatológicas, morfológicas y moleculares. Por ejemplo, Yadav¹², utilizó histopatología; Carrasco y Col.¹³, observaron una disminución significativa de núcleos celulares y un aumento en las fibras de colágeno en la pulpa dental con el paso del IPM. Por otro lado, Patro y Panda¹⁴, realizaron estudios en mucosa oral, con microscopia de luz; Bhuyan y Col.¹⁵, no encontraron diferencias significativas en la presencia de cocos grampositivos en la tinción de Gram par a distintos intervalos de tiempo, lo que sugiere

que esta característica no es útil para determinar el tiempo de muerte.

Granrud y Col.¹⁶, aplicaron la técnica iButton Link en el ligamento periodontal para estimar el IPM mediante grados-días acumulados, sugiriendo que esta metodología es efectiva hasta seis meses. Akbulut y Col.¹⁷, realizaron estudios de microtomografía en esmalte y cemento radicular.

En cuanto a los métodos moleculares, Poor y Col.¹⁸, evaluaron la integridad del ARN en tejido pulpar mediante técnicas de PCR, encontrando que la degradación del ARN se correlaciona con el tiempo *post mortem*, lo que permitió estimar intervalos de hasta 21 días.

En los estudios sobre esmalte, Ishikawa y Col.¹⁹, analizaron componentes químicos adheridos al esmalte dental, encontrando que la cantidad de estos componentes aumenta con el tiempo de inmersión en agua, lo que permitió estimar IPMs de hasta 210 días.

DISCUSIÓN

Dentro de los tejidos seleccionados, la mayoría utilizaron la pulpa dental^{13,15,18,20}, otros se enfocaron en el esmalte y cemento radicular^{17,19}, otro se centró en el ligamento periodontal¹⁶, mucosa oral¹⁴ y tejido gingival¹². De los estudios analizados, nos centramos en cómo las diversas metodologías empleadas permitieron estimar de manera efectiva el IPM mediante el uso de distintos tejidos bucodentales.

Los métodos histopatológicos demostraron ser particularmente útiles para determinar el IPM en distintos intervalos temporales. Por ejemplo, Carrasco y Col.¹³ y Bhuyan y Col.¹⁵ utilizaron técnicas histológicas y encontraron cambios morfológicos significativos en la pulpa dental y otros tejidos, lo que permitió estimar el IPM en un rango de 1 a 6 meses. Estos hallazgos indican que los análisis histológicos pueden proporcionar estimaciones confiables del IPM en este periodo de tiempo^{13,18}.

Adicionalmente, estudios como el de Patro y Col.¹⁴, aplicaron técnicas de coloración como hematoxilina eosina (H&E) en tejido de mucosa oral y gingival, logrando establecer intervalos tempranos (<12.5 horas), intermedios (12.5 a 20.5 horas) y tardíos (>20.5 horas), basándose en características histológicas específicas^{12,14}. Además, la técnica aplicada por Granrud y Col., en el ligamento periodontal, utilizando el iButton Link para evaluar los grados-días acumulados, permitió estimar IPM de hasta 6 meses¹⁶. Akbulut y Col., evaluaron la densidad mineral, el espesor y la abrasión superficial del esmalte y cemento de dientes, que permitió estimar un IPM de 0, 1, 2, 4, 8 y 12 semanas, sin diferencias significativas, sin embargo, se encontró que mientras aumenta la abrasión disminuye su densidad¹⁷.

Ambos métodos morfológicos se mostraron eficaces en la evaluación del IPM en este rango temporal, subrayando la utilidad de los métodos morfológicos en la estimación de IPM más amplios^{16, 17}.

Los métodos moleculares también ofrecieron estimaciones precisas, especialmente en intervalos más cortos. Poor y Col.¹⁸, evaluaron la integridad del ARN en el tejido pulpar mediante técnicas de PCR, logrando estimar un IPM confiable de hasta 21 días. Este enfoque es particularmente útil para estimaciones en los primeros días *post mortem*, ya que la degradación del ARN se correlaciona de manera significativa con el tiempo transcurrido desde la muerte. Sin embargo, Borges y Col., encontraron limitaciones en esta técnica cuando las muestras se sumergieron en agua, lo que sugiere que las condiciones ambientales pueden afectar la precisión de las estimaciones moleculares^{18, 20}.

Por otro lado, Ishikawa y Col.¹⁹, utilizaron una metodología centrada en el esmalte dental, evaluando la cantidad de componentes químicos adheridos al esmalte tras la inmersión en agua. Este estudio demostró ser efectivo para estimar IPM de hasta 210 días, lo que amplía las aplicaciones de estas técnicas moleculares en casos donde el cuerpo ha estado sumergido en agua¹⁹. Este enfoque destaca cómo las metodologías moleculares pueden proporcionar estimaciones más largas del IPM en condiciones específicas.

Varios estudios complementaron sus análisis histológicos con otras técnicas, como el uso de la tinción de Gram por Bhuyan y Col., lo que permitió extender las estimaciones de IPM hasta dos años, particularmente en el análisis de la pulpa dental y la presencia de bacterias como estafilococos grampositivos y estreptococos¹⁵.

Este análisis resalta cómo las distintas metodologías, dependiendo del tejido y las técnicas utilizadas, ofrecen estimaciones del IPM con diferentes grados de precisión y aplicabilidad. La combinación de métodos histológicos, moleculares y morfológicos proporciona un marco robusto para la estimación de la data de muerte en diversos escenarios forenses.

Los métodos moleculares, como los empleados por Poor Col.¹⁸, permitieron estimar intervalos más cortos, hasta 21 días, al correlacionar la degradación del ARN con el tiempo transcurrido desde la muerte. Este enfoque es útil en situaciones donde se requiere una estimación más precisa en los primeros días *post mortem*. Sin embargo, los resultados de Borges y Col.²⁰, resaltan las limitaciones de esta técnica en condiciones ambientales específicas, como la inmersión en agua, lo que sugiere la necesidad de más estudios para mejorar su aplicación en diferentes escenarios.

Finalmente, técnicas histopatológicas con coloración hematoxilina-eosina (H&E) y Van Gieson aplicadas en tejidos como la mucosa oral y gingival permitieron establecer intervalos tempranos

(<12.5 horas), intermedios (12.5 a 20.5 horas) y tardíos (>20.5 horas), demostrando la eficacia de estos métodos para estimar IPM en diferentes tipos de tejidos^{12,14}.

Recientemente un estudio del 2023 exploró el uso de mutaciones del ADN en la pulpa dental para estimar el IPM, particularmente en las últimas etapas más allá de los 7 a 10 días. Esta investigación aplicó la secuenciación de próxima generación (NGS) para identificar mutaciones específicas que se correlacionan con diferentes IPM, lo que demuestra el potencial de la pulpa dental como un tejido confiable para estimaciones extendidas del IPM²¹. Otra revisión reciente destacó el papel de los micro ARN (miARN) como posibles biomarcadores para la estimación del IPM. Este estudio sintetizó datos de múltiples esfuerzos de investigación y descubrió que los cambios en los niveles de expresión de miARN podrían usarse para estimar el IPM en diferentes tejidos, incluidos los tejidos dentales. La estabilidad de los miARN *post mortem* los convierte en candidatos prometedores para una estimación precisa del IPM²². Un estudio de 2023 identificó biomarcadores proteicos específicos en el músculo esquelético que se degradan de manera predecible con el tiempo, lo que proporciona un nuevo método para la estimación del IPM. Si bien este estudio se centró en el tejido muscular, las metodologías y los hallazgos también podrían adaptarse para su uso en tejidos dentales, lo que ofrece otra capa de precisión en la determinación del IPM²³.

Finalmente, a partir del análisis de diversas metodologías empleadas en estudios para estimar el IPM a partir de distintos tejidos dentales, podemos concluir que los métodos histopatológicos demostraron ser particularmente útiles para determinar IPM en diferentes intervalos temporales.

Los estudios como los de Carrasco y Col.¹³ y Bhuyan y Col.¹⁵, encontraron cambios morfológicos significativos en tejidos, permitiendo estimar IPM de hasta 6 meses. En el análisis de la pulpa dental, se observó que los cambios en las fibras de colágeno y la presencia de bacterias fueron indicadores clave que permitieron estimar IPM desde 24 horas hasta 2 años.

Los estudios más actuales demuestran cómo las técnicas moleculares y proteómicas se están volviendo invaluable para la estimación precisa del tiempo transcurrido desde la muerte, especialmente cuando los métodos tradicionales no son suficientes.

La odontología forense se beneficia cada vez más de estos avances, en particular en los casos en los que la estimación del IPM es fundamental.

CONCLUSIONES

Las conclusiones de esta revisión indican que el tejido pulpar fue el más estudiado y permitió estimar la data de muerte más prolongada, alcanzando hasta 2 años, en comparación con otros

Tejidos como el esmalte y cemento, que determinaron una data de muerte menor, de hasta 210 días.

El tejido gingival y la mucosa oral se destacaron en la estimación de IPM más cortos, siendo el primero útil para intervalos menores a 24 horas y el segundo para intervalos superiores a 20.5 horas. Cada técnica utilizada demostró diferentes capacidades para estimar el IPM.

Las técnicas histológicas, particularmente en el análisis de la pulpa dental, permitieron identificar cambios significativos en intervalos de hasta 2 años, mientras que las técnicas moleculares como PCR y electroforesis fueron efectivas para intervalos de hasta 210 días.

La técnica iButton Link, aplicada en el ligamento periodontal, mostró eficacia en estimaciones de hasta 6 meses, aunque no proporcionó una data de muerte precisa en todos los casos.

Los estudios sobre el esmalte, especialmente en víctimas sumergidas en agua, permitieron determinar el IPM en intervalos prolongados.

Se observó que las metodologías utilizadas por Poor y Col., Carrasco y Col., y Bhuyan y Col. permitieron estimar datas de muerte desde un mes hasta 2 años, con cambios histológicos específicos que respaldan estas estimaciones. Sin embargo, algunos estudios no lograron correlacionar consistentemente los IPM con la integridad del ARN o las características histológicas, lo que sugiere la necesidad de investigaciones adicionales para mejorar la precisión de estas estimaciones.

AGRADECIMIENTOS

Agradecemos a la Facultad de Odontología por su constante apoyo en el desarrollo de esta revisión.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- 1.- Shedge R, Krishan K, Warriar V, et al. Postmortem Changes. In: StatPearls [Internet]. Treasure Island (FL): StatPearls Publishing; 2023. [citado 23 mayo 2024]. Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK539741>
- 2.- Escorcía Rambal FA, Guarín Martínez J, Herreño Castellanos. Determinación del intervalo post mortem y estimación del tiempo de descomposición en cadáveres humanos: avances en metodología forense y su aplicación en criminalística. Medellín: Corporación Universitaria Remington; 2024.
- 3.-Peña JA, Bustos Saldaña R, Verdín G O. Fenómenos cadavéricos y el tanatocronodiagnóstico. Gac Int Cienc For. 2019; 31(abril-junio):10-37.
- 4.- Prahlow J. Postmortem Changes and Time of Death. En: Forensic Pathology for Police, Death Investigators, Attorneys, and Forensic Scientists. [Internet]. Totowa (US): Humana Press. 2010. [citado 23 mayo 2024]. Disponible en: https://doi.org/10.1007/978-1-59745-404-9_8
- 5.-Franceschetti L, Amadasi A, Bugelli V, Bolsi G, Tsokos M. Estimation of late postmortem interval: where do we stand? A literature review. Biology. 2023;12(6):783. doi: 10.3390/biology12060783.
- 6.-Jung Y, Jeong S, Lee J. Advances in postmortem interval estimation: a review of current

methodologies and their integration. *Forensic Sci Rev.* 2022;34(2):213-30.

7.-Goldberg M, Smith AJ. Cells and Extracellular Matrices of Dentin and Pulp: a Biological Basis for Repair and Tissue Engineering. *Crit Rev Oral Biol Med.* 2004;15(1):13-27.

8.-Dos Santos DFD, de Faria PR, Loyola AM, Cardoso SV, Travençolo, BAN, do Nascimento M Z. Hematoxylin and eosin stained oral squamous cell carcinoma histological images dataset. Ithaca(US): arXiv;2023 doi: <https://doi.org/10.48550/arXiv.2303.10172>

9.-Ramos-Márquez J. Biomecánica de los tejidos periodontales. Kiru.[Internet]. 2013[citado 23 mayo 2024];10(1):75-82. Disponible en: <https://repositorio.usmp.edu.pe/handle/20.500.12727/1919?show=full>

10.-Von Elm E, Altman DG, Egger M, Pocock SJ, Gøtzsche PC, Vandenbroucke JP; STROBE Initiative. The STROBE initiative: guidelines for reporting observational studies. *PLoS Med.* 2007; 4(10). doi:10.1371/journal.pmed.0040296.

11.-Kilkenny C, Browne WJ, Cuthill IC, Emerson M, Altman DG. Improving bioscience research reporting: the ARRIVE guidelines for reporting animal research. *PLoS Biol.* 2010;8(6):e1000412. doi:10.1371/journal.pbio.1000412.

12.-Yadav AB, Angadi PV, Kale AD, Yadav SK. Histological assessment of cellular changes in postmortem gingival specimens for estimation of time since death. *J Forensic Odontostomatol.* [Internet]. 2015 [citado 23 mayo 2024];33(1):19-26. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/26851446/>

13.-Carrasco PA, Brizuela CI, Rodriguez IA, Muñoz S, Godoy ME, Inostroza C. Histological transformations

of the dental pulp as possible indicator of post mortem interval: a pilot study. *Forensic Sci Int.* 2017;279:251-257.

14.-Patro J, Panda S, Mohanty N, Mishra US. The Potential of Light Microscopic Features of the Oral Mucosa in Predicting Post-mortem Interval.Sultan Qaboos Univ Med J. 2021;21(1):e34-e41.

15.-Bhuyan L, Sundar Behura S, Mahapatra N, Chandra Dash K, Panda A, Mishra P. Characterization of histomorphological and microbiological changes in tooth pulp to assess post-mortem interval: an observational study. *Egypt J Forensic Sci.* 2020;10:1-8

16.-Granrud MA, Dabbs GR. A preliminary study of incisor exfoliation as an estimator of the postmortem interval using accumulated degree days. *Forensic Sci Int.* 2012;220(1-3): e29-32.

17.-Akbulut N, Çetin S, Bilecenoğlu B, Altan A, Akbulut S, Ocak M, et al. The micro-CT evaluation of enamel-cement thickness, abrasion, and mineral density in teeth in the postmortem interval (PMI): new parameters for the determination of PMI. *Int J Legal Med.* 2020;134(2):645-653

18.-Poór VS, Lukács D, Nagy T, Rácz E, Sipos K. The rate of RNA degradation in human dental pulp reveals post-mortem interval. *Int J Legal Med.* 2016;130(3):615-619

19.-Ishikawa N, Miake Y, Kitamura K, Yamamoto H. A new method for estimating time since death by analysis of substances deposited on the surface of dental enamel in a body immersed in seawater. *Int J Legal Med.* 2019;133(5):1421-

- 20.- Borges BS, Dionísio TJ, Santos CF, Alves da Silva RH. Post-mortem Interval and Its Relation with the RNA Degradation in the Dental Pulp in Submerged Teeth. Arab J Forensic Sci Forensic Med. 2021; 3((1): 68-76.
- 21.-Bianchi I, Grassi S, Nardi E, Castiglione F, Focardi M. Dental DNA Mutations Occurring after Death: A Novel Method for Post-Mortem Interval (PMI) Estimation. Int J Mol Sci. [Internet]. 2024 [citado 12 septiembre 2024];25(16):8832. Disponible en: <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC11354992/> _doi: 10.3390/ijms25168832.
- 22.- Pasaribu RS, Auerkari EI, Suhartono AW, Auerkari P. A small RNA, microRNA as a potential biomolecular marker to estimate post mortem interval in forensic science: a systematic review. Int J Legal Med. 2023;137(5):1313-1325.