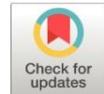


Cambios histológicos en el tejido pulpar para determinación del tiempo de muerte

Histological changes in the pulp tissue to determine the time of death

- ¹ Tania Jacqueline Murillo Pulgar  <https://orcid.org/0000-0001-7129-3830>
Odontóloga, Universidad Central del Ecuador, Especialista en Endodoncia, Universidad de Concepción-Chile. Docente de la Facultad de Ciencias de la Salud Carrera de Odontología, Universidad Nacional de Chimborazo. Estudiante de la Maestría en Criminalística y Ciencias Forenses, Universidad Nacional del Chimborazo
tmurillo@unach.edu.ec
- ² Verónica Paulina Cáceres Manzano  <https://orcid.org/0000-0001-5710-5661>
Grupo de investigación “Análisis de Muestras Biológicas y Forenses“ Universidad Nacional del Chimborazo , Docente Facultad de Ciencias de la Salud , Carrera de Odontología , Riobamba , Ecuador . Docente de la Maestría en Criminalística y Ciencias Forenses, Riobamba , Ecuador.
vcaceres@unach.edu.ec



Artículo de Investigación Científica y Tecnológica

Enviado: 16/08/2024

Revisado: 29/08/2024

Aceptado: 06/09/2024

Publicado: 13/09/2024

DOI: <https://doi.org/10.33262/anatomiadigital.v7i2.2.3175>

Cítese:

Murillo Pulgar, T. J., & Cáceres Manzano, V. P. (2024). Cambios histológicos en el tejido pulpar para determinación del tiempo de muerte. *Anatomía Digital*, 7(2.2), 240-262. <https://doi.org/10.33262/anatomiadigital.v7i2.2.3175>



Ciencia Digital
Editorial



ANATOMÍA DIGITAL, es una Revista Electrónica, Trimestral, que se publicará en soporte electrónico tiene como misión contribuir a la formación de profesionales competentes con visión humanística y crítica que sean capaces de exponer sus resultados investigativos y científicos en la misma medida que se promueva mediante su intervención cambios positivos en la sociedad. <https://anatomiadigital.org>
La revista es editada por la Editorial Ciencia Digital (Editorial de prestigio registrada en la Cámara Ecuatoriana de Libro con No de Afiliación 663) www.celibro.org.ec

Esta revista está protegida bajo una licencia Creative Commons Atribución-No Comercial - Compartir Igual 4.0 International. Copia de la licencia: <https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/deed.es>

Palabras claves:

Cambios histológicos, Tejido pulpar, tiempo de muerte, cambios microscópicos, pulpa dental.

Keywords:

Histological changes, Pulp tissue, time of death, microscopic changes, dental pulp.

Resumen

Introducción. Los cambios histológicos que presenta la pulpa después de la muerte nos dan información relevante para determinar el periodo post mortem, se presentan cambios significativos en el tejido pulpar como necrosis, degeneración de los odontoblastos, congestión vascular, etc. Estos cambios están influenciados por factores del ambiente, haciendo de los dientes marcadores biológicos útiles en la odontología forense. **Objetivo.** Determinar los cambios histológicos a nivel microscópico que experimenta el tejido pulpar para establecer el periodo transcurrido después de la muerte de un individuo. **Metodología.** La investigación es de enfoque cualitativa no experimental, de tipo descriptivo y transversal, que plantea recopilar y analizar información de fuentes bibliográficas de relevancia. Entre los criterios de selección se incluyen: la edad de los sujetos estudiados (niños y adultos), el período de publicación (2018-2024), los idiomas (inglés y español) y el tipo de estudio (descriptivo y búsqueda sistemática de información literaria). **Resultados.** los cambios histológicos que son iniciados con la necrosis pulpar van a dar paso a procesos que acompañados con la invasión bacteriana empiezan a degradar el tejido, este análisis en el campo forense ayuda a determinar el tiempo de muerte transcurrido, la mineralización que experimenta la pulpa ayuda a determinar la edad del cadáver. Esto también representa una herramienta en criminalística para la investigación de crímenes. **Conclusión.** El tejido pulpar interno de las piezas dentales sufre cambios histológicos después de que una persona muere y al ser analizados son una valiosa fuente de información que contribuye en la práctica de la odontología forense. **Área de estudio general:** odontología. **Área de estudio específica:** odontología forense.

Abstract

Introduction. The histological changes in the pulp after death provide relevant information to determine the post mortem period. Changes such as necrosis, degeneration of the odontoblasts, vascular congestion, etc. occur. These changes are influenced by environmental factors, making the teeth useful biological markers in forensic medicine. **Objective.** To

determine the histological changes at the microscopic level that the pulp tissue undergoes in order to establish the period elapsed after death. **Methodology.** The research is a non-experimental qualitative approach, descriptive and cross-sectional, which aims to collect and analyze information from relevant bibliographic sources. The selection criteria include: age of the subjects studied (children and adults), publication period (2018-2024), languages (English and Spanish) and type of study (descriptive and systematic search of literature information). **Results.** The histological changes that are initiated with pulp necrosis give way to processes that, together with bacterial invasion, begin to degrade the tissue; this analysis in the forensic field helps to determine the time of death elapsed, the mineralization that the pulp undergoes helps to determine the age of the corpse. This also represents a tool in criminalistics for the investigation of crimes. **Conclusion.** The internal pulp tissue of the teeth undergoes histological changes that, when analyzed, are a valuable source of information that contributes to the practice of forensic medicine.

Introducción

La determinación del tiempo transcurrido de la muerte de un individuo es un aspecto clave en las investigaciones forenses, ya que permite establecer un marco temporal crucial para el desarrollo de la investigación. Uno de los indicadores que pueden utilizarse para este fin es el análisis de los cambios microscópicos que ocurren en el tejido de la pulpa dental. (1)

Diversos estudios han demostrado que, después de la muerte, el tejido de la pulpa dental experimenta alteraciones microscópicas que se desarrollan progresivamente. Estos cambios histológicos están relacionados con los fenómenos cadavéricos propios que tienen lugar en el organismo. (1)

Los principales cambios observados en el tejido de la pulpa incluyen: edema y degeneración de los odontoblastos, congestión vascular y extravasación de glóbulos rojos, infiltración de células inflamatorias, como neutrófilos y macrófagos, licuefacción y necrosis del tejido de la pulpa, y presencia de colonias bacterianas. (1)

Estos cambios ocurren de manera secuencial y su evolución en el tiempo puede proporcionar información valiosa para estimar el intervalo post mortem. La velocidad y la progresión de estos cambios pueden verse influenciadas por factores como la temperatura ambiente, la humedad y las condiciones en las que se encuentra el cuerpo. (1)

El análisis de los cambios histológicos en el tejido de la pulpa dental representa una herramienta prometedora para determinar el tiempo de muerte, siempre que se consideren las variables que pueden afectar su desarrollo y se integre con otros métodos forenses para una estimación más precisa. (1)

Los dientes están compuestos por esmalte, dentina, cemento y pulpa, siendo los tres primeros la parte más dura del cuerpo humano. La pulpa dental es un tejido mesenquimal encerrado en un canal pulpar. En la pulpa, se encuentran los odontoblastos, fibroblastos, células sanguíneas, células nerviosas y vasos linfáticos, la pulpa tiene la capacidad de formar dentina a lo largo de toda la vida del ser humano, lo que se traduce en reducción del tamaño del canal pulpar. Tanto la dentina como la pulpa dental experimentan cambios patológicos y fisiológicos relacionados tanto con la edad y las injurias que pueda recibir la pieza dental. (2,3)

El tejido pulpar, ubicado en el centro de los dientes, experimenta una serie de transformaciones celulares y estructurales después de la muerte del individuo, reflejando un proceso gradual de deterioro que sigue un patrón predecible. Estos cambios histológicos son el resultado de la interacción de diversos factores, como la temperatura corporal, la humedad ambiental, la presencia de patógenos y la composición química del medio en el que se encuentra el cadáver. (2,3)

El análisis histológico del tejido pulpar post mortem ofrece una valiosa información para reconstruir los acontecimientos que llevaron a la muerte del individuo, permitiendo a investigadores, médicos y odontólogos legales establecer estimaciones del tiempo transcurrido desde su muerte. Esta técnica se ha convertido en una herramienta invaluable en la práctica forense, complementando otros métodos de estimación del tiempo de muerte y contribuyendo a una evaluación integral y multidisciplinaria. (2,3)

Metodología

La investigación establece un enfoque cualitativo, no experimental, descriptivo y transversal, ya que recoge y analiza información de fuentes bibliográficas de alto impacto, que se consiguió mediante una revisión documental de artículos bibliográficos referentes a la investigación; mediante análisis de datos y documentación, para establecer alternativas para determinar el tiempo de muerte de un individuo, y usando a los dientes humanos como instrumentos de investigación.

Estrategias de búsqueda

La estrategia de búsqueda se implementó una revisión bibliográfica de la literatura mediante el uso de las bases de datos digitales como: Google Scholar, Pubmed, Scielo, Medlineplus, Dialnet, Scielo. La elección definitiva de los artículos se fundamentó en los parámetros de selección establecidos en los criterios de selección y exclusión; con palabras clave como: pulpa dental, cambios histológicos de la pulpa dental, pulpa dental y descripción forense, pulpa y cambios con la muerte. De igual manera se utilizó los operadores booleanos OR, AND y NOT para optimizar la sistematización de la búsqueda.

Criterios de selección de los artículo o libros

Criterios de inclusión

- Artículos científicos referentes al tema de investigación.
- Bases indexadas en: Pubmed, Scielo, Google Scholar, Latindex, Dialnet, Medigraphic, Scopues
- Edad: Niños y Adultos
- Año de publicación: Entre los años 2018 al 2024
- Idiomas: inglés, español
- Tipo de estudio: De tipo descriptivo, búsqueda sistemática de información literaria.

Criterios de exclusión

- Artículos mayores a 6 años de antigüedad
- Artículos en portugués
- Artículos en estudios in vitro

Tabla 1. Estrategias de búsqueda

Fuente	Ecuación de búsqueda
Google Scholar	Pulpa dental y cambios histológicos Pulpa dental post mortem Pulpa dental Pulpa dental vital
PubMed	Post-mortem dental pulp changes Dental pulp after death Pulpal changes in teeth Post-mortem pulp changes
Scielo	Pulpa y cambios histológicos Identificación de pulpa cadáver Pulpa post mortem Pulpa dental en cadáveres
Medlineplus	Pulpal changes in teeth Post-mortem pulp changes

Tabla 1. Estrategias de búsqueda (continuación)

Fuente	Ecuación de búsqueda
Dialnet	Pulpa dental cambios post mortem Pulpa dental tras la muerte Cambios pulpares en diente Cambios pulpares post portem
Scielo	Propiedades pulpares Pulpa dental y reacción a la muerte

Población de estudio

Se realizaron búsquedas en las bases de datos científicos y de prestigio académico como: Google Scholar, Pubmed, Scielo, Medlineplus, Dialnet, Scielo, entre otras, publicados entre los años 2018 – 2024, que se seleccionaron mediante los criterios de inclusión y exclusión, obteniendo un total de 29 artículos que cumplen con los requerimientos necesarios para ser analizados y sintetizados con el fin de obtener resultados confiables en la presente investigación.

Resultados

El estudio de los cambios histológicos en el tejido pulpar para determinar el tiempo de muerte es fundamental en la odontología forense. Los dientes, con su tejido pulpar, ofrecen una fuente valiosa de información para estimar el intervalo postmortem. Este marco teórico examinará los cambios histológicos característicos que ocurren en el tejido pulpar después de la muerte y cómo estos cambios pueden ser utilizados en la práctica forense.

Marco Teórico

Tejido Pulpar:

Características del tejido pulpar

El tejido pulpar es un tejido conectivo laxo que ocupa la cavidad central del diente, conocida como la pulpa dental. Está compuesto principalmente por células mesenquimatosas, vasos sanguíneos, nervios y tejido conectivo. Su función principal es la formación y nutrición de la dentina durante el desarrollo dental, así como la sensibilidad dentaria. (4)

Las principales funciones de la pulpa son:

- **Formativa:** La pulpa tiene la capacidad de producir dentina primaria, secundaria y terciaria de manera fisiológica. (4)

- **Inductora:** La pulpa induce la producción de esmalte, ya que, al inicio de la formación de la dentina, libera sustancias que estimulan la acción productora de los ameloblastos. (4)
- **Nutritiva:** La pulpa proporciona soporte vital y regula la homeostasis dental. (4)
- **Sensitiva:** Gracias a sus conexiones nerviosas, la pulpa es sensible y responde a lesiones dentinarias sin necesidad de estimulación directa. (4)
- **Defensiva:** La pulpa forma dentina terciaria para obliterar conductos con riesgo de infección o exposición al ambiente, y también puede inducir respuestas de defensa localizadas. (4)

Vascularización del Órgano Dentino-Pulpar

La sangre llega a la cavidad pulpar a través de arteriolas que entran por el foramen apical o por foraminas accesorias, acompañadas por un grupo de nervios. Las arteriolas ascienden por la parte central de la pulpa radicular y se dividen en forma de abanico, formando el plexo capilar subodontoblástico. Desde este punto, la circulación comienza su retorno a través de vénulas post-capilares y luego mediante vénulas de mayor tamaño. (4,5)

Inervación del Órgano Dentino-Pulpar

Los nervios ingresan en los espacios pulpares a través del foramen apical, acompañados por los vasos sanguíneos aferentes. En la pulpa, los nervios siguen un trayecto similar al de los vasos aferentes, comenzando como grandes haces nerviosos que se ramifican periféricamente al extenderse hacia la zona incisal u oclusal a través de la parte central de la pulpa. Finalmente, forman un plexo nervioso de Raschkow en la zona acelular, ubicada justo debajo de los cuerpos celulares de los odontoblastos. (4,5)

De acuerdo con el diámetro de las fibras y su velocidad de conducción, las fibras nerviosas se pueden clasificar de la siguiente manera:

Las fibras nerviosas A delta (A) son mielinizadas, son de transmisión rápida y tienen un diámetro de 1 a 6 micrómetros, con una velocidad de conducción de 13 a 30 metros por segundo. Estas fibras transmiten información procedente de nociceptores mecánicos y son responsables de la percepción inmediata del dolor tras un estímulo lesivo (primer dolor). El dolor que median es agudo, intenso, punzante, nítido y reactivo. (4,5)

Las fibras nerviosas C son amielínicas y de transmisión lenta y tienen un diámetro de 0,2 a 1,5 micrómetros, con una velocidad de conducción de 0,5 a 2 metros por segundo. Estas fibras transmiten información de sensaciones mal localizadas y son responsables del

carácter urgente y persistente del dolor después de un cuadro agudo (segundo dolor). Este dolor secundario es radiante, difuso y pulsátil. (4,5)

Composición histológica

Desde el punto de vista histológico, la pulpa dental consiste en un tejido conectivo laxo especializado que contiene diversas células, como fibroblastos, odontoblastos, histiocitos, macrófagos, mastocitos y células plasmáticas. También está compuesta por una matriz extracelular que incluye fibras de colágeno y sustancia fundamental. (6)

La región periférica más próxima a la zona central se conoce como la zona rica en células, y está compuesta principalmente por fibroblastos y células mesenquimales indiferenciadas. Estas células soportan a los odontoblastos mediante su proliferación y diferenciación, y pueden transformarse en fibroblastos y macrófagos. (6,7)

El límite de la zona central de la pulpa está definido por el borde de la capa rica en células. Este tejido actúa como el principal sistema de soporte para la región periférica y contiene grandes vasos y nervios que se extienden hacia la periferia. Al igual que las zonas ricas en células, también posee numerosos fibroblastos. (7)

Histológicamente está compuesta por un tejido conectivo laxo especializado formado por células y sustancia extracelular en donde podemos encontrar fibras y una matriz amorfa; además de encontrarse ricamente vascularizada e inervada. (7,8)

Células pulpares

- **Fibroblastos pulpares**

Estas células son responsables de la síntesis y degradación del colágeno, que es el principal componente estructural de la pulpa y otorga al tejido resistencia y elasticidad. Los fibroblastos pulpares secretan otras proteínas de la matriz extracelular, como la fibronectina y la elastina, que contribuyen a la integridad y la función del tejido, además de su función en la producción de colágeno. (8–11)

Los fibroblastos de la pulpa dental tienen una actividad metabólica dinámica y son activos en respuesta tanto a estímulos como a lesiones. En respuesta a agresiones externas, como la caries dental o el trauma, participan en los procesos de reparación y regeneración del tejido pulpar. Además, juegan un papel importante en la defensa del tejido pulpar, interactuando con las células del sistema inmunitario en caso de infección o inflamación. (9,10)

Los fibroblastos de la pulpa dental también son susceptibles a los factores de crecimiento y las citocinas liberadas en el microambiente pulpar, lo que regula su actividad y función. Esta regulación molecular afecta la capacidad de los fibroblastos para promover la

reparación tisular y mantener la salud del tejido pulpar tanto en condiciones normales como patológicas. (11)

- **Odontoblastos**

El odontoblasto es la célula más representativa e importante del complejo dentino-pulpar. Al hablar de la dentinogénesis, esta estructura forma los túbulos de dentina, por ende, en el interior de los túbulos desarrolla a la dentina en un tejido vital. (12)

Se distinguen por un proceso de diferenciación único y exclusivo que se efectúa de acuerdo con un esquema temporo-espacial específico de cada órgano dental, tiene como función generar la dentina tanto primaria, secundaria y terciaria. Incluso participan en la respuesta inmunitaria innata, siendo las primeras células en contacto íntimo con las bacterias responsables de los procesos cariosos, constituyendo la primera línea de defensa de cada ser humano. (12)

- **Células de defensa**

Las células del sistema inmune desempeñan un papel crucial en la defensa del organismo contra invasores patógenos. Entre estas células, los neutrófilos, los monocitos-macrófagos y los linfocitos innatos, como las células NK, son responsables de la inmunidad innata en diversos tejidos. En el contexto específico de la pulpa dental, se suman a estas células los linfocitos T y las células dendríticas inmaduras (CDs), que participan en la respuesta inmune innata. (13)

- **Células dendríticas**

Las células dendríticas se describen como sensores o mensajeros que alertan al sistema inmune al contactar con antígenos. Estas células forman una red de advertencia temprana en distintos tejidos, incluida la pulpa dental. Al madurar y migrar al nódulo linfático más cercano, llevan consigo fragmentos de los invasores para presentarlos a los linfocitos T, activándolos y desencadenando así una respuesta inmune coordinada. Sin embargo, en el tejido pulpar, no es necesario que estas células migren al nódulo linfático, ya que estudios han demostrado la presencia de células inmunocompetentes en condiciones normales. (13)

Las células dendríticas son fundamentales en la iniciación de la respuesta inmune en la pulpa dental debido a su morfología y expresión de moléculas específicas. Derivan de precursores en la médula ósea o monocitos circulantes y muestran plasticidad al diferenciarse en macrófagos o células dendríticas maduras. En condiciones normales, estas células se encuentran en un estado inmaduro en los tejidos periféricos, con capacidad de detectar y capturar antígenos. (13)

- **Macrófagos**

Los macrófagos son células derivadas del tejido mesenquimatoso que rodean los vasos sanguíneos y poseen una alta actividad fagocítica, siendo capaces de eliminar una variedad de elementos como bacterias, cuerpos extraños y células muertas. En la respuesta inmune innata, los neutrófilos y los macrófagos son considerados las principales células fagocíticas. Los macrófagos secretan VEGF, un inductor potente de la angiogénesis y la permeabilidad vascular, cuando están expuestos al LTA. (14)

- **Neutrófilos**

Los neutrófilos, células que se movilizan rápidamente hacia el sitio de lesión y muerte celular, son eficientes en la fagocitosis de bacterias y células muertas, aunque su acción puede resultar en daño a otras células, provocando una inflamación más extensa. A pesar de su presencia limitada en la pulpa dental bajo lesiones superficiales de caries, se consideran cruciales en la primera respuesta a la infección microbiana, aunque mueren tras la fagocitosis. (14)

- **Linfocitos**

Los linfocitos, en particular las células T CD8+ y los linfocitos B, también desempeñan roles importantes en la respuesta inmune en la pulpa dental. Los linfocitos T CD8+ pueden inducir apoptosis en células infectadas o transformadas, así como estimular la fagocitosis mediante la producción de IFN- γ . Por otro lado, los linfocitos B se activan en respuesta a antígenos bacterianos u otros estímulos inflamatorios, diferenciándose en células plasmáticas que producen anticuerpos específicos contra los antígenos presentes en la pulpa dental. Estos anticuerpos ayudan a neutralizar bacterias o patógenos invasores, marcándolos para su destrucción por otras células del sistema inmunitario. (14)

- **Mastocitos**

Los mastocitos, también conocidos como células cebadas, se encuentran cerca de los vasos sanguíneos en pulpas inflamadas. Contienen heparina e histamina, que promueven la vasodilatación y aumentan la permeabilidad vascular, facilitando el reclutamiento de leucocitos y líquido hacia el sitio inflamatorio. (14)

Cambios Histológicos Postmortem

1. Necrosis Pulpar

La necrosis del tejido pulpar es uno de los primeros cambios histológicos observados después de la muerte. Se caracteriza por la pérdida de la integridad celular y la descomposición del tejido. Este proceso es generalmente causado por la interrupción del suministro sanguíneo al tejido pulpar. (15)

La pulpa dental pierde su vitalidad después de la muerte. La vitalidad de la pulpa se refiere a su capacidad para mantenerse viva y funcional, con un flujo sanguíneo activo y actividad celular. Sin embargo, una vez que una persona fallece, se interrumpe el suministro de sangre y oxígeno a los tejidos del cuerpo, incluida la pulpa dental. Como resultado, la pulpa deja de ser viable y activa, lo que puede conducir a cambios adicionales en su estructura y composición. (16)

Uno de los primeros cambios que ocurren es la deshidratación. Después de la muerte, el cuerpo deja de recibir hidratación externa y comienza a perder líquidos. Esta deshidratación afecta a todos los tejidos del cuerpo, incluida la pulpa dental. Como resultado, la pulpa puede volverse más seca y contraída. (17)

2. Invasión Bacteriana e Inflamación

Tras la necrosis, se produce la invasión bacteriana y la respuesta inflamatoria del tejido pulpar. La proliferación bacteriana conduce a la formación de abscesos y la degradación del colágeno, lo que resulta en una mayor desorganización tisular. (15)

La descomposición bacteriana es otro proceso importante que afecta a la pulpa dental después de la muerte. Las bacterias presentes en la boca y en el cuerpo comienzan a descomponer los tejidos orgánicos a medida que el sistema inmunológico ya no está activo para combatirlos. Esta descomposición bacteriana libera gases y productos de desecho que pueden acumularse en los espacios dentro de los dientes, incluida la pulpa. Este proceso puede provocar cambios en la textura, el color y el olor de la pulpa dental. (17)

3. Mineralización

Con el tiempo postmortem, el tejido pulpar puede experimentar mineralización, que implica la deposición de sales minerales, especialmente calcio, en el tejido. Este proceso puede ser un indicador útil para determinar la edad del cadáver. (15)

4. Fibrosis y Calcificación

Otros cambios histológicos incluyen la fibrosis del tejido pulpar, la calcificación de los conductos radiculares y la proliferación de tejido conectivo. Estos cambios contribuyen a la alteración de la estructura tisular y pueden proporcionar información adicional sobre el intervalo postmortem. (15)

Aplicaciones Forenses

El análisis de los cambios histológicos en el tejido pulpar ofrece una herramienta importante para determinar el tiempo de muerte en casos forenses. Las técnicas de histología y microscopía permiten la evaluación detallada de estos cambios, lo que

proporciona información valiosa sobre los procesos postmortem que ocurren en el interior de los dientes. Esta información complementa otros métodos de estimación del tiempo de muerte y puede ser crucial en la resolución de investigaciones criminales y la administración de la justicia. (16)

Estos cambios en la pulpa dental después de la muerte pueden ser importantes para propósitos forenses. Por ejemplo, los investigadores forenses pueden examinar los dientes de un individuo fallecido para determinar la hora aproximada de la muerte o para identificar restos humanos. El análisis de los cambios en la pulpa dental puede proporcionar pistas valiosas sobre el tiempo transcurrido desde la muerte y las condiciones ambientales en las que se encontraba el cuerpo. (17)

El análisis de los tejidos dentales, especialmente la pulpa dental, es fundamental para la estimación del Intervalo Post-Mortem (PMI). Los estudios de Mehendirata et al. y Bhuyan et al. destacan la importancia del análisis colorimétrico para detectar cambios morfológicos en la pulpa dental que ocurren después de la muerte. (18)

Ambos grupos de investigación han observado una serie de cambios en la pulpa dental que van desde una consistencia suave a firme en las etapas iniciales, hasta una estructura gelatinosa, fluida semi viscosa y friable en etapas posteriores, eventualmente llevando a la desaparición completa de la pulpa. (18)

Sin embargo, existe discrepancia entre los dos grupos en cuanto al tiempo necesario para que ocurran estos cambios morfológicos en la pulpa dental en función del entorno climático. Mehendirata et al. sugiere que en ambientes costeros estos cambios pueden observarse en tan solo 6 días, mientras que Bhuyan et al. menciona que bajo condiciones ambientales normales estos cambios pueden tardar hasta 2 años en manifestarse. (18,19)

Esta discrepancia resalta la importancia de considerar las condiciones ambientales específicas al interpretar los cambios en la pulpa dental para la estimación del PMI. La influencia del entorno, especialmente en climas costeros, puede acelerar significativamente estos procesos morfológicos. (19)

Los cambios histopatológicos en la pulpa dental se manifestaron como deterioro nuclear y una disminución en la cantidad de fibroblastos al término de las primeras 48 horas, seguidos de un proceso de cariólisis a las 72 horas. Pasadas las 120 horas, la pulpa exhibió principalmente vacuolización y no se encontraron restos nucleares. Finalmente, a las 144 horas, la pulpa estaba en estado de putrefacción. (18,19)

Composición histológica y aspecto visual (después de la muerte)

El aspecto visual de la pulpa dental en una persona muerta va a depender de ciertos factores, como la conservación del cuerpo, el tiempo transcurrido desde el fallecimiento

y si se ha producido algún proceso post mortem. Generalmente la pulpa dental de una persona muerta tiende a oscurecer con el tiempo por el deshidratamiento. (20)

Después de la muerte, el tejido de la pulpa dental puede sufrir autólisis, esto ocasiona la liberación de la hemoglobina que se mantiene soluble, la misma que pasa a la dentina a través de los tubulos dentinarios, en esto se formará la protoporfirina que se encarga de dar la coloración. (20)

El esmalte al ser un tejido transparente dará paso a que se vea la pigmentación, por lo cual el diente parecerá de un aspecto rosa. Según autores este fenómeno aparece después de cierto periodo de tiempo tras la muerte que puede llevar días o inclusive una semana, que permitan que todos los procesos relacionados con la formación de la pigmentación ocurran. Más tarde, después de meses o años, la coloración desaparece.

En la mayoría de los casos, su aparición está relacionada con muertes no naturales, especialmente en ahogados, asfixiados, aunque también pueden darse en casos de muerte natural.

Se puede apreciar los siguientes aspectos:

- **Cambios de coloración:** La pulpa dental puede experimentar cambios en su coloración debido a la deshidratación y la descomposición. (20)
- **Contracción y colapso:** Con el tiempo, la pulpa dental puede contraerse y colapsar, lo que puede resultar en una apariencia arrugada o encogida, esto se debe a la pérdida de agua y a la desintegración de los tejidos. (20)
- **Calcificación:** En algunos casos, la pulpa dental puede experimentar un proceso de calcificación post mortem. Esto ocurre cuando los minerales presentes en la saliva y los fluidos tisulares se depositan en la pulpa, formando estructuras sólidas similares a los depósitos de sarro. (20)
- **Presencia de cuerpos extraños:** En el caso de que se haya producido algún tipo de trauma dental antes o después de la muerte, es posible que se encuentren cuerpos extraños dentro de la pulpa dental, como fragmentos de hueso, restos de alimentos o materiales extraños. (20)

◆ **Composición histológica de la pulpa postmortem:**

Entre otros cambios histológicos en la pulpa dental después de la muerte podemos encontrar la degeneración celular, ya que al morir va a existir la pérdida de la vitalidad de la pieza dental debido a la falta de oxígeno y nutrientes, además va a existir una pérdida en la composición de la matriz extracelular, lo cual va a contribuir a la destrucción del tejido. (21)

Por otra parte, a pasar los días, el tejido pulpar sufre cambios de manera irreversible generando la desintegración del tejido y liberando su contenido al exterior, consecuente a esto se genera una respuesta inflamatoria del organismo, dando señales y generando la infiltración de células inflamatorias como los macrófagos. (21)

- **Aspecto visual de la pulpa postmortem:**

Al momento de apreciar la pieza dental se puede observar que existe un cambio de tonalidad en su dentina. En varias ocasiones puede ir de un color negro, gris, amarillo o en algunos de los casos puede llegar a tener un color rosado, además presenta una textura blanda y fácil de romper debido a la pérdida de células y el tejido conectivo. (21)

Otro aspecto característico es que sufre un proceso de descomposición, lo que genera un olor peculiar debido a la liberación de sustancias que secreta el organismo después del deceso de la persona. Por otra parte, puede estar acompañado por pus o fluidos que se encuentren alrededor de la pulpa necrótica. (21)

- **Cambios celulares post mortem**

Los cambios celulares post mortem serán procesos que se desarrollarán en las células y tejidos de un cuerpo tras la muerte. Estas variaciones se deben a la interrupción de las funciones celulares normales y la desintegración gradual de los componentes celulares. (22)

Los cambios celulares post mortem pueden ser clasificadas en dos categorías principales:

- **Cambios autolíticos:** Estos cambios son provocados por la intervención de las propias enzimas de la célula. Al ocurrir la muerte, las membranas celulares se vuelven permeables y las enzimas lisosomales se van a liberar en el citoplasma, donde empiezan a digerir los componentes celulares. Los cambios autolíticos van a ser los encargados de muchos de los cambios macroscópicos que se van a ver en los cadáveres, como por ejemplo la rigidez mortis y la licuefacción. (22)
- **Cambios heterolíticos:** Estos cambios son provocados por enzimas de bacterias y otros microorganismos. Al ocurrir el deceso de la persona, los microorganismos empezaran a atacar el cuerpo y descomponer los tejidos. Los cambios heterolíticos serán los encargados de la descomposición final del cuerpo. (22)

Un tema fascinante y a la vez complejo son los cambios que se producen a nivel celular en la pulpa dental post mortem que han sido de gran importancia para odontólogos y patólogos forenses. Entender esos cambios es muy útil para diagnosticar el tiempo de muerte, la causa de su deceso e incluso dar pistas sobre las acciones finales de la persona. (22)

Después de la muerte, las células de la pulpa dental experimentan cambios a nivel celular, ocasionados por la interrupción del suministro de oxígeno y nutrientes, los cuales son: (22)

- **Isquemia celular:** Causada por la interrupción del flujo sanguíneo, privando a la pulpa de oxígeno y nutrientes. (22)
- **Necrosis celular:** Ocasionada por la falta de oxígeno y nutrientes llevando a una muerte celular. (22)
- **Degradación celular:** Debida a la descomposición de células muertas las cuales atraen a células inflamatorias. (22)
- **Inflamación:** Respuesta localizada causada por la liberación de células descompuestas. (22)
- **Infiltración bacteriana:** Las células pulpares descompuestas crean un entorno favorable para la proliferación bacteriana, agravando la inflamación y por ende la descomposición. (22)

Los cambios celulares descritos anteriormente son resultado de la descomposición y desintegración de la pulpa dental post mortem.

Autólisis, un proceso que ocurre en ausencia de oxígeno celular, es impulsado por las enzimas lisosomales, resultando en una necrosis celular genuina, sin intervención bacteriana. Aunque generalmente precede a la putrefacción, a veces ambos procesos coinciden. (23)

Licuefacción describe la transformación del tejido en un líquido viscoso, típicamente iniciando en las áreas centrales de la pulpa dental y extendiéndose hacia afuera. Principalmente impulsada por la autólisis, puede ser influenciada por bacterias y hongos. (23)

La putrefacción, en contraste, implica la descomposición del tejido orgánico por bacterias, ocurriendo después de la autólisis y la licuefacción. Se caracteriza por la generación de gases malolientes y la completa licuefacción del tejido. (23)

Además de estos procesos, la pulpa dental post mortem experimenta otros cambios celulares, como la deshidratación, que resulta en la contracción celular y la pérdida de turgencia debido a la rápida pérdida de agua, así como la pigmentación, que puede causar un oscurecimiento del tejido debido a la acumulación de pigmentos como melanina y hemoglobina. (23)

Finalmente, en algunos casos, la pulpa dental puede calcificarse después de la muerte, un proceso conocido como petrificación, debido a la deposición de sales minerales en el tejido pulpar. (23)

Alteraciones en la morfología dental: Los cambios en la morfología dental, como la pérdida de estructura debido a la desmineralización y la descomposición, pueden dificultar la identificación dental.

Los cambios histológicos en los tejidos dentales post mortem pueden incluir deshidratación, desmineralización, alteraciones en la estructura del esmalte y la dentina, y la eventual descomposición bacteriana. La velocidad y la magnitud de estos cambios pueden variar dependiendo de factores como la temperatura ambiente, la humedad y el tiempo transcurrido desde la muerte. (24)

Los cambios en los tejidos dentales después de la muerte pueden ser significativos y tienen implicaciones importantes en campos como la odontología forense y la arqueología. (24)

Cambios dentarios post – mortem

Uno de los principales aportes de la odontología forense al sistema de justicia social es la identificación de las víctimas a través de sus piezas dentales. Como es de gran conocimiento todas las estructuras del órgano dental poseen una alta resistencia ante las agresiones químicas y físicas, de esta forma se permite que en varios siniestros y accidentes la única evidencia disponible sea las estructuras dentales. (25)

Cabe recalcar que, al momento de realizar una autopsia bucal, la manipulación de las estructuras dentarias quemadas debe ser muy minuciosa, de esta gorma se evita perder información de gran importancia para la identificación de la víctima. Esto se debe a que los daños estructurales que estas experimentan estas estructuras suelen tener una gran afectación de acuerdo con la intensidad y el tiempo de exposición al fuego, proporcionando claves valiosas en investigaciones criminalísticas. (25)

En casos de exposición al fuego, en primera instancia los dientes y cuerpos intraorales (prótesis dentales, aparatología ortodóntica) se encuentran protegidos por la conjunción de tejidos blandos como la musculatura de la cara la lengua, mejillas y labios. Posterior a esto los labios y tejidos yugales se contraen y se hacen más rígidos, retrayéndose y exponiendo los dientes anteriores. Sin embargo, a pesar de que las piezas dentales son muy resistentes al cambio de temperatura cuando el calor excede ciertos grados (aproximadamente los 100 a 150°), se produce un cambio de color tanto en el esmalte como en la dentina. (25)

En el esmalte se pierde agua y ello genera un aclaramiento, así como una mayor opacidad que se va incrementando con el aumento de la temperatura. Además, se fractura el tercio cervical y se separa la dentina, con lo que se desprende la corona a manera de casquete, de la misma manera una vez la dentina se carboniza, se reduce el volumen radicular desde los 400° a 800 °C. En la dentina, los cambios visibles se dan a nivel de coloración de

blanco amarillento hacia un marrón claro, que se va oscureciendo a medida que se incrementan los grados. La velocidad del cambio de color es mayor cuanto más haya sido el aumento de los grados de temperatura. (25)

De tal manera existe una clasificación para las estructuras dentales que se exponen al calor en los diferentes grados de temperatura:

- Estructura dental intacta.
- Quemado (manchado superficialmente y cambio de color).
- Carbonizado (reducido a carbón por combustión incompleta).
- Incinerado (reducido a cenizas)
- Estallado. (24)

Todas las estructuras que han sido sometidas a la acción del fuego durante las maniobras de apertura bucal son muy susceptibles y frágiles de sufrir alteraciones, por lo que se recomienda proteger su integridad, almacenando información que sea adecuada y suficiente antes de iniciar cualquier procedimiento de identificación. Para esto se pueden utilizar recursos como: impresiones y modelos de yeso, fotografías, radiografías y por medio de la toma de registros dentales. (24)

Debido a la resistencia de los tejidos duros de los dientes a las acciones ambientales como la incineración, la inmersión, el trauma o la descomposición, el tejido de la pulpa es una excelente fuente de ADN. Las características macroscópicas de los órganos dentales quemados varían según el grado de temperatura al que fueron sometidos, llegando a alcanzar desde 100 °C hasta grados superiores a los 1000 °C. Además, varía de acuerdo a cuál haya sido el medio utilizado para acelerar la combustión como: gasolina, petróleo gas, entre otras sustancias volátiles. (24)

Discusión

Martínez y et al. indica que los cambios histológicos en el tejido pulpar comienzan casi inmediatamente después de la muerte. En las primeras horas postmortem, se observan signos de descomposición inicial, como edema e infiltración leucocitaria. Estos cambios se deben a la interrupción del flujo sanguíneo y la falta de oxígeno, lo que provoca un aumento de la permeabilidad vascular y la consiguiente fuga de líquidos y células inmunitarias. Las células pulpares comienzan a mostrar signos de necrosis coagulativa, caracterizada por la desnaturalización de proteínas y la preservación de los contornos celulares durante un corto período. (26)

Según Ramírez, et al. a medida que transcurre el tiempo postmortem, la necrosis del tejido pulpar se vuelve más pronunciada. La necrosis licuefactiva sucede a la necrosis

coagulativa, caracterizada por la digestión enzimática del tejido muerto y la formación de una masa viscosa. Este proceso es facilitado por la actividad de enzimas proteolíticas liberadas por las células lisosomales. Con el tiempo, pueden aparecer depósitos de calcio dentro del tejido pulpar necrótico, un proceso conocido como calcificación distrófica. La presencia de calcificaciones puede ayudar a estimar el intervalo postmortem en casos forenses. (27)

Para Hernández et al. En etapas avanzadas de la descomposición, la infiltración bacteriana se vuelve prominente. Las bacterias anaerobias que normalmente residen en la cavidad bucal invaden el tejido pulpar, acelerando la descomposición. Este proceso es observable histológicamente por la presencia de numerosas bacterias en el tejido pulpar y la formación de gas. Además, la estructura histológica del tejido se degrada significativamente, y los restos celulares se descomponen en detritos amorfos. La extensión de la infiltración bacteriana y la descomposición pueden utilizarse para estimar el intervalo postmortem de manera más precisa. (28)

Pérez y et al. indica que el avance en técnicas histológicas y de imagen ha mejorado significativamente la capacidad para evaluar el estado del tejido pulpar postmortem. Técnicas como la inmunohistoquímica y la microscopía electrónica permiten una evaluación más detallada de los cambios celulares y subcelulares. La inmunohistoquímica puede detectar marcadores específicos de necrosis y apoptosis, proporcionando información sobre el tiempo transcurrido desde la muerte. La microscopía electrónica, por su parte, ofrece una resolución ultra alta para observar detalles finos de la descomposición celular. Estas técnicas combinadas mejoran la precisión en la determinación del intervalo postmortem basado en el análisis del tejido pulpar. (29)

Conclusión

- Los avances en el estudio de los cambios histológicos de la pulpa dental ofrecen una herramienta invaluable para la determinación precisa del intervalo post mortem (IPM). Esta aproximación innovadora, fundamentada en el análisis de la degradación celular y tisular, complementa y mejora los métodos tradicionales de estimación temporal, abriendo un nuevo horizonte en la medicina forense. A medida que la investigación en esta área continúa avanzando, la combinación de técnicas histológicas con tecnologías emergentes, como la inteligencia artificial, tiene el potencial de refinar aún más la precisión de las estimaciones y fortalecer la fiabilidad de las pruebas en escenarios judiciales. Por tanto, la integración de estos métodos no solo representa un avance técnico, sino también una contribución crucial para la justicia, al proporcionar evidencias científicas robustas en la resolución de casos criminales.

Conflicto de intereses

No existe conflicto de intereses en relación entre los autores con el artículo presentado.

Declaración de contribución de los autores

Tania Jacqueline Murillo Pulgar: Conceptualización de la investigación; diseño del estudio; recolección y análisis de datos; redacción y revisión crítica del manuscrito; interpretación de los resultados; coordinación del equipo de trabajo; validación y verificación de fuentes bibliográficas.

Verónica Paulina Cáceres Manzano: Conceptualización de la investigación; diseño del estudio; búsqueda y revisión de literatura; análisis y síntesis de datos; redacción del manuscrito; elaboración de figuras y tablas; interpretación de los resultados; revisión y edición final del manuscrito.

Ambos autores contribuyeron de manera equitativa a la elaboración del artículo, garantizando la integridad y precisión de la investigación presentada.

Referencias bibliográficas

1. Boiero CF, Gani OA. Análisis de las modificaciones histológicas en la vascularidad de la pulpa dental humana durante su diferenciación, maduración y envejecimiento. 2018 [cited 2024 Sep 10]; Available from: <https://rdu.unc.edu.ar/handle/11086/29860>
2. Farhadian M, Salemi F, Saati S, Nafisi N. Dental age estimation using the pulp-to-tooth ratio in canines by neural networks. *Imaging Sci Dent* [Internet]. 2019 Mar 1 [cited 2024 Sep 10];49(1):19. Available from: [/pmc/articles/PMC6444008/](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/32048137/)
3. Zelic K, Pavlovic S, Mijucic J, Djuric M, Djonic D. Applicability of pulp/tooth ratio method for age estimation. *Forensic Sci Med Pathol* [Internet]. 2020 Mar 1 [cited 2024 Sep 10];16(1):43–8. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/32048137/>
4. Revisión A DE, wwwmedigraphicorgmx R, Astudillo-Ortiz E. Regeneración de la pulpa dental. Una revisión de la literatura. *Rev ADM* [Internet]. 2019 Jan 2 [cited 2024 Sep 10];75(6):350–7. Available from: www.medigraphic.com/admwww.medigraphic.org.mx
5. Mejía Verdial DA, Paredes Moreno FA, Licona Rivera TS, Salinas Gómez LR. HISTOLOGÍA: DESDE SU ORIGEN HASTA LA ACTUALIDAD. *Revista Científica de la Escuela Universitaria de las Ciencias de la Salud*. 2019 Jan 16;3(1):47–57.

6. (PDF) Células madre y su aplicación en odontología: regeneración del complejo dentino-pulpar y de tejidos periodontales [Internet]. [cited 2024 Sep 10]. Available from: https://www.researchgate.net/publication/364018367_Celulas_madre_y_su_aplicacion_en_odontologia_regeneracion_del_complejo_dentino-pulpar_y_de_tejidos_periodontales
7. Sachdeva A, Kelkar M, Augustine J, Malhotra T. Dental Pulp in Forensic Dentistry. *Journal of Indian Academy of Forensic Medicine* [Internet]. 2021 Jan 1 [cited 2024 Sep 10];43(2):177–9. Available from: https://www.researchgate.net/publication/357969727_Dental_Pulp_in_Forensic_Dentistry
8. Guerrero-Urbina C, Fors M, Vásquez B, Rodríguez-Guerrero M, Fonseca GM, Guerrero-Urbina C, et al. Cambios Histológicos del Tejido Muscular Estriado Lingual en Ratas Sprague Dawley (*Rattus norvegicus*) para Estimar el Intervalo Postmortem. *International Journal of Morphology* [Internet]. 2021 Oct 1 [cited 2024 Sep 10];39(5):1502–8. Available from: http://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0717-95022021000501502&lng=es&nrm=iso&tlng=es
9. Álvarez-Vásquez JL, Castañeda-Alvarado CP. Dental Pulp Fibroblast: A Star Cell. *J Endod* [Internet]. 2022 Aug 1 [cited 2024 Sep 10];48(8):1005–19. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/35577145/>
10. Zhai S, Zhang L, Li X, Yu Q, Liu C. Clustering human dental pulp fibroblasts spontaneously activate NLRP3 and AIM2 inflammasomes and induce IL-1 β secretion. *Regen Ther* [Internet]. 2024 Dec 1 [cited 2024 Sep 10];27:12–20. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/38487102/>
11. Jeanneau C, Lundy FT, El Karim IA, About I. Potential Therapeutic Strategy of Targeting Pulp Fibroblasts in Dentin-Pulp Regeneration. *J Endod*. 2017 Sep 1;43(9):S17–24.
12. Masuda K, Han X, Kato H, Sato H, Zhang Y, Sun X, et al. Dental Pulp-Derived Mesenchymal Stem Cells for Modeling Genetic Disorders. *Int J Mol Sci* [Internet]. 2021 Mar 1 [cited 2024 Sep 10];22(5):1–18. Available from: </pmc/articles/PMC7956585/>
13. María DJ, Correa A, Rosario D, González M, Morffi DI. Complejo dentino pulpar. Estructura y diagnóstico. *Revista de Medicina Isla de la Juventud* [Internet]. 2011 [cited 2024 Sep 10];12(1):82–99. Available from: <https://remij.sld.cu/index.php/remij/article/view/9/22>

14. Cameriere R, De Luca S, Alemán I, Ferrante L, Cingolani M. Age estimation by pulp/tooth ratio in lower premolars by orthopantomography. *Forensic Sci Int*. 2012 Jan 10;214(1–3):105–12.
15. Wei YF, Lin CY, Yu YJ, Linacre A, Lee JCI. DNA identification from dental pulp and cementum. *Forensic Sci Int Genet* [Internet]. 2023 Nov 1 [cited 2024 Sep 10];67. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/37844374/>
16. Bianchi I, Grassi S, Castiglione F, Bartoli C, De Saint Pierre B, Focardi M, et al. Dental DNA as an Indicator of Post-Mortem Interval (PMI): A Pilot Research. *International Journal of Molecular Sciences* 2022, Vol 23, Page 12896 [Internet]. 2022 Oct 25 [cited 2024 Sep 10];23(21):12896. Available from: <https://www.mdpi.com/1422-0067/23/21/12896/htm>
17. Mendoza Rodríguez FA, Rosero Mendoza JC, Rosero Mendoza JI. Regeneración de la pulpa dental con DPSC. Una revisión de la literatura. *RECIAMUC*. 2020 Jan 31;4(1):136–47.
18. Cruz-Martín-del-Campo SL, González-Espinosa C, Ruiz-Quiñonez AK, Carranza-Aguilar CJ. Tipos de muerte celular y sus implicaciones clínicas. *El Residente*. 2020;15(3):97–112.
19. Boiero CF, Gani OA. Análisis de las modificaciones histológicas en la vascularidad de la pulpa dental humana durante su diferenciación, maduración y envejecimiento. 2018 [cited 2024 Sep 10]; Available from: <https://rdu.unc.edu.ar/handle/11086/29860>
20. Bhuyan L, Behura SS, Dash KC, Mishra P, Mahapatra N, Panda A. Characterization of histomorphological and microbiological changes in tooth pulp to assess post-mortem interval: an observational study. *Egypt J Forensic Sci* [Internet]. 2020 Dec 1 [cited 2024 Sep 10];10(1):1–8. Available from: <https://ejfs.springeropen.com/articles/10.1186/s41935-020-00193-4>
21. Arroyo-Pieck A, Peón J. Super-resolved fluorescence microscopy. *Educacion Quimica*. 2015 Jan 1;26(1):50–1.
22. Franco A, Mendes SDSC, Picoli FF, Rodrigues LG, Silva RF. Forensic thanatology and the pink tooth phenomenon: From the lack of relation with the cause of death to a potential evidence of cadaveric decomposition in dental autopsies — Case series. *Forensic Sci Int*. 2018 Oct 1;291:e8–12.
23. Ugrappa S, Jain A. An emergence of dental tissues in the forensic medicine for the postmortem interval estimation: A scoping review. *Journal of Forensic Science and Medicine* [Internet]. 2021 Apr 1 [cited 2024 Sep 10];7(2):54–60.

Available from:

https://www.researchgate.net/publication/353467349_An_emergence_of_dental_tissues_in_the_forensic_medicine_for_the_postmortem_interval_estimation_A_s_coping_review

24. Ramírez Agudelo ME, Rojas López M. La necrosis, un mecanismo regulado de muerte celular. *Iatreia*. 2012 Feb 13;23(2).
25. Gioventù S, Andriolo G, Bonino F, Frasca S, Lazzari L, Montelatici E, et al. A novel method for banking dental pulp stem cells. *Transfusion and Apheresis Science*. 2012 Oct;47(2):199–206.
26. Ramos GF, Ferreira EMS, Silva JFM da, Pimenta RS. Cronotanatognose, utilização da polpa dentária como ferramenta para determinar o tempo de morte: uma revisão. *Research, Society and Development*. 2021 Aug 13;10(10):e353101018862.
27. Carrasco P, Inostroza C, Didier M, Godoy M, Holt CL, Tabak J, et al. Optimizing DNA recovery and forensic typing of degraded blood and dental remains using a specialized extraction method, comprehensive qPCR sample characterization, and massively parallel sequencing. *Int J Legal Med*. 2020 Jan 1;134(1):79–91.
28. Jeanneau C, Lundy FT, El Karim IA, About I. Potential Therapeutic Strategy of Targeting Pulp Fibroblasts in Dentin-Pulp Regeneration. *J Endod*. 2017 Sep 1;43(9):S17–24.
29. Estomatológica Herediana R. PDF generado a partir de XML-JATS4R por Redalyc Proyecto académico sin fines de lucro, desarrollado bajo la iniciativa de acceso abierto. [cited 2024 Sep 10]; Available from: <https://doi.org/10.20453/reh.v32i3.4295>

El artículo que se publica es de exclusiva responsabilidad de los autores y no necesariamente reflejan el pensamiento de la **Revista Anatomía Digital**.



El artículo queda en propiedad de la revista y, por tanto, su publicación parcial y/o total en otro medio tiene que ser autorizado por el director de la **Revista Anatomía Digital**.



Indexaciones

