

Cambios estructurales en los tejidos dentales duros por acción del fuego directo, según edad cronológica

Ángela Espina^{1*}, Fernando Barrios¹, Ana Ortega²,
Marcel Mavárez³, Olegario Espina¹ y José Ferreira¹

¹Cátedra de Odontología Forense, Área de Investigación Clínica y Patología Bucal, Laboratorio de Odontología Forense, Instituto de Investigaciones. ²Cátedra de Radiología Estomatológica, Departamento de Medicina Bucal.

Facultad de Odontología, Universidad del Zulia.

³Licenciado en Biología, Facultad Experimental de Ciencias, Universidad del Zulia.

Resumen

Objetivo: Describir el comportamiento de los tejidos duros en dientes sometidos a la acción directa del fuego en relación con la edad cronológica. **Metodología:** Se utilizaron dientes permanentes humanos completos los cuales fueron montados en una rejilla metálica soportada en un trípode y expuestos a la llama de un mechero durante 30, 60, 90 y 120 segundos. Se estudiaron dos grupos etáreos: pacientes jóvenes y de edad avanzada. La superficie externa de las piezas quemadas fue observada bajo el stereomicroscopio. Luego, se incluyeron en metilmetacrilato y se seccionaron longitudinalmente para obtener imágenes digitalizadas. Los bloques fueron desgastados y se montaron para ser observados al microscopio óptico. **Resultados:** los dientes jóvenes mostraron preferentemente un patrón de fractura longitudinal y otro, recto con ramificaciones laterales, en tanto que, los dientes envejecidos

* Autor para correspondencia: Laboratorio de Odontología Forense. Facultad de Odontología. Universidad del Zulia. Calle 65 con esquina Avenida 19. Apartado 526. Maracaibo, estado Zulia. Venezuela. Teléfono. 0261-7425370. jbacteria@hotmail.com

Recibido: 20-11-03 / Aceptado: 13-01-04

revelaron un patrón reticular. Microscópicamente, los dientes jóvenes revelaron la pérdida de la unión amelodentinaria, manteniéndose la integridad de los tejidos. En los dientes envejecidos, la unión amelodentinaria se perdió a expensas de la ruptura de la dentina. **Conclusiones:** los tejidos dentarios duros muestran cambios estructurales relacionados con la edad que afectan su comportamiento ante la acción del fuego directo. Estos datos pueden ser de utilidad en la determinación de la edad cronológica de las víctimas de un desastre masivo.

Palabras clave: Odontología Forense, cambios morfológicos dentales, identificación, estimación de edad dental.

Structural Changes in Dental Hard Tissue Produced by the Exposition to Direct Fire, with Relation to Chronologic Age

Abstract

Aim: to describe the behavior of hard tissue in teeth directly exposed to fire and its relation with chronological age. **Methodology:** intact permanent human teeth were placed on a metallic grid mounted in a stand, and exposed to the flame of a bunsen burner during 30, 60, 90 and 120 seconds. Two age groups were studied: young and aged patients. The external surface of the burned teeth was observed under the stereomicroscope. Afterwards, they were embedded in methyl-methacrylate and longitudinally sectioned in order to obtain digitalized images. Blocks were worn out and mounted for light microscopy examination. **Results:** young teeth shown a longitudinal fracture pattern with lateral ramifications whereas aged teeth revealed a reticular pattern. Microscopically, young teeth shown lost of the enamel-dentin junction with preservation of dental structures. In aged teeth, the enamel-dentin junction was lost due to dentine fracture. **Conclusions:** hard dental tissues show structural changes related with age that affects its behavior when exposed to direct fire. These data could be used for age estimation in forensic science.

Key words: Forensic Odontology, morphologic dental changes, identification, dental age estimation.

Introducción

La Odontología Forense tiene una importancia fundamental en los procesos de identificación de restos humanos provenientes de incidentes con gran número de víctimas, particularmente en aquellos donde se han alcanzado temperaturas muy elevadas. La alta resistencia ante la acción de agentes físicos y químicos externos, que caracteriza a las piezas dentarias, así como la protección que ejercen los huesos maxilares, los tejidos blandos de la cara y la lengua sobre tales estructuras, hacen que la evidencia dental sea en muchos casos, la única disponible en los procesos de identificación médico-legal.^{1,2}

Según Sweet³, los procedimientos empleados para el estudio de la evidencia dental pueden agruparse de la siguiente manera: 1) la identificación dental comparativa de los registros dentales antemortem con los obtenidos postmortem; 2) la construcción de un perfil dental reconstructivo postmortem, que contempla la determinación de la edad, el sexo y la raza; y 3) la realización de un perfil de ADN, a partir de células principalmente provenientes de la pulpa dental.

En los países latinoamericanos, la obtención de los registros dentales antemortem se dificulta porque no siempre están disponibles cuando son requeridos para estudio forense, aunque pueden presentarse casos donde son localizados y que aun siendo de buena calidad, no pueden ser utilizados para comparación, porque los restos dentales recolectados de la escena del siniestro están excesivamente dañados,^{4,5} como ocurre en los desastres masivos, cuando el fuego actúa en forma directa sobre las piezas dentarias.

En cuanto al perfil de ADN, éste requiere de una infraestructura y alto nivel de preparación del personal encargado de la realización de estudios para conocer la probabilidad de encontrar en la población local, patrones de restricción de ADN de secuencias repetidas en *tándem*, así como de la interpretación y análisis de los resultados. También es necesaria la confección de una base de datos poblacional donde se recopile información concerniente al perfil propio de ADN para los individuos, principalmente aquellos con alto riesgo de sufrir catástrofes, como aviadores y personal militar.³ En nuestras sociedades no están dadas las condiciones para manejar este tipo de tecnología, ya que carecen de recursos económicos que puedan ser destinados a dar cumplimiento a las tareas antes descritas.

Ante esta situación problemática, por lo general el trabajo del odontólogo forense queda limitado a la confección de un perfil dental reconstructivo postmortem, donde la estimación de la edad cronológica se convierte en un factor determinante. Este cálculo también es útil en arqueología⁶ y en casos donde están involucradas personas vivas con documentación no confiable.⁷

Ahora bien, la valoración de la edad biológica basada únicamente en factores dentales puede ser un buen indicador de la edad cronológica y es posible ya que las piezas dentarias también persisten ante el avance de la descomposición del cadáver. Los estadios de desarrollo de los dientes deciduos y permanentes se han empleado para estimar la edad en niños y adolescentes.^{8,9} Para la edad adulta, se analizan cambios degenerativos en el diente aplicando métodos morfológicos,^{10,11} radiológicos,¹² histológicos¹³ y bioquímicos.¹⁴

Por otra parte, se ha demostrado que los dientes que han experimentado la acción directa del fuego pueden proporcionar información acerca de la temperatura alcanzada, la duración de la exposición al fuego^{2,15} y la especie a la que pertenecen, sean humanos ó de origen animal.¹⁶ Además, se ha estudiado la aplicación de los índices para la estimación de la edad de los dientes en relación con el intervalo post-mortem (IPM).¹⁷

En las ciencias forenses se requiere una precisa comprensión de los cambios físicos e histológicos que experimentan los tejidos dentales debido a la exposición al fuego. Para nuestro conocimiento, son escasas las investigaciones acerca de la estimación de la edad en piezas dentarias quemadas. Por eso el propósito de este trabajo fue describir el comportamiento de los tejidos dentales en piezas provenientes de personas jóvenes y de edad avanzada, después de ser sometidas a la acción directa del fuego.

Materiales y Métodos

Muestras de dientes humanos

Se obtuvieron dientes permanentes extraídos por razones ortodóncicas, protésicas y/o periodontales en pacientes que se encuentran bajo tratamiento en las Clínicas de la Facultad de Odontología de la Universidad del Zulia, Venezuela. Se estudiaron dos grupos etáreos: sujetos jóvenes, con edades menores o igual a 18 años (n = 7 dientes) y otro grupo conformado por sujetos de edad avanzada con 60 ó más años de edad (n = 6 dientes). Se consideraron dientes permanentes, mono y multirradiculares completos, sin restauraciones, ni caries dental.

Después de la extracción, los dientes fueron lavados con agua corriente eliminando los restos de tejido blando con un cepillo y los depósitos de sarro con un tartrectomo. Luego, fueron desinfectados con solución de hipoclorito de sodio a una concentración de 1:200 y mantenidos en refrigeración hasta que fueron sometidos a la acción directa del fuego. Se tomaron dos radiografías de cada pieza dental: una antes y otra después del proceso de quemado, para lo cual los dientes fueron montados en un dispositivo especialmente diseñado para este estudio.

Procedimiento de quemado

Cada pieza dental fue colocada sobre una rejilla metálica soportada en un trípode, con el fin de que la distancia entre el diente y la llama permaneciera sin variaciones durante el ensayo. El diente fue sometido a la acción del fuego directo proporcionado por un mechero a gas natural, calibrado de manera que tanto la salida de gas, como la mezcla gas-aire se mantuvieran constantes, produciéndose una llama de magnitud y características similares para cada experimento. La exposición al fuego se realizó en diferentes tiempos: 30, 60, 90 y 120 segundos. Después del tratamiento, los restos dentales quemados fueron colocados en un lugar fresco y seco, hasta que adquirieran la temperatura ambiente.

Estudio morfológico

Se realizó un estudio morfológico en dos etapas: en primer lugar, la superficie externa de las piezas dentales quemadas fueron observadas bajo un stereomicroscopio OLYMPUS® Modelo VM (Japón), para describir su morfología externa.

En segundo lugar, para el estudio del nivel de integridad interna, los especímenes fueron incluidos en metil-metacrilato y los bloques obtenidos fueron seccionados siguiendo el eje mayor del diente, empleando un disco de carborundo montado en una pieza de mano a 35.000 rpm. En los dientes monorradiculares la sección se realizó en la dirección vestibulopalatina y en los dientes multiradiculares, en la dirección mesiolingual. Posteriormente, la superficie interna fue pulida con lija de mano con granos de tamaño decreciente. Luego, fueron digitalizadas mediante escaneo empleando el software Adobe Photoshop® Versión 7.0, 2002.

Para el estudio microscópico, los bloques fueron desgastados, montados en lámina portaobjeto y observados en un fotomicroscopio CARL ZEISS®, Modelo Axioscop (Alemania). Se obtuvieron microfotografías a una magnificación de 100X que luego fueron digitalizadas para su estudio.

Los datos obtenidos fueron tabulados, descritos y analizados mediante análisis multivariante de tipo correspondencia, empleando el paquete estadístico de software SPSS versión 7.5 for Windows®.

Resultados

A partir del estudio de las variables mediante el método estadístico aplicado se desprende:

1. Examen de la superficie

Las observaciones bajo el stereomicroscopio revelaron que en cuanto al color, la superficie dental no mostró variaciones relacionadas con la edad. Por

el contrario, se observó correspondencia con el tiempo de exposición al fuego directo como sigue: a los 30 segundos la coloración más cercana consistió en una tonalidad que iba del amarillo al marrón; a los 60 segundos una tonalidad del negro al marrón; a los 90 segundos del blanco al rosáceo y a los 120 segundos de exposición al fuego, la tonalidad gris.

2. Examen de la estructura interna

Color: la estructura interna tampoco mostró cambios en el color relacionados con la edad. Al igual que en el examen de la superficie del diente, se observó una fuerte correspondencia con el tiempo de exposición de la siguiente manera: a los 60 segundos de exposición al fuego se correspondió con una tonalidad que va del amarillo al marrón, a los 90 segundos con la tonalidad del negro al marrón y a los 120 segundos se correspondió con el color negro.

Trayectoria y orientación de la línea de fractura (Gráfico 1): una vez quemados, incluidos y seccionados por la mitad siguiendo el eje longitudinal, los especímenes provenientes de individuos jóvenes mostraron una mejor correspondencia con la fractura de trayecto recto orientada siguiendo el eje mayor del diente y la recta con ramificaciones laterales (Fig. 1a). Los especímenes obtenidos de personas ancianas se correspondieron con un patrón de fractura reticulada, con líneas orientadas tanto en el eje longitudinal como transversal de la pieza dental (Fig. 1b).

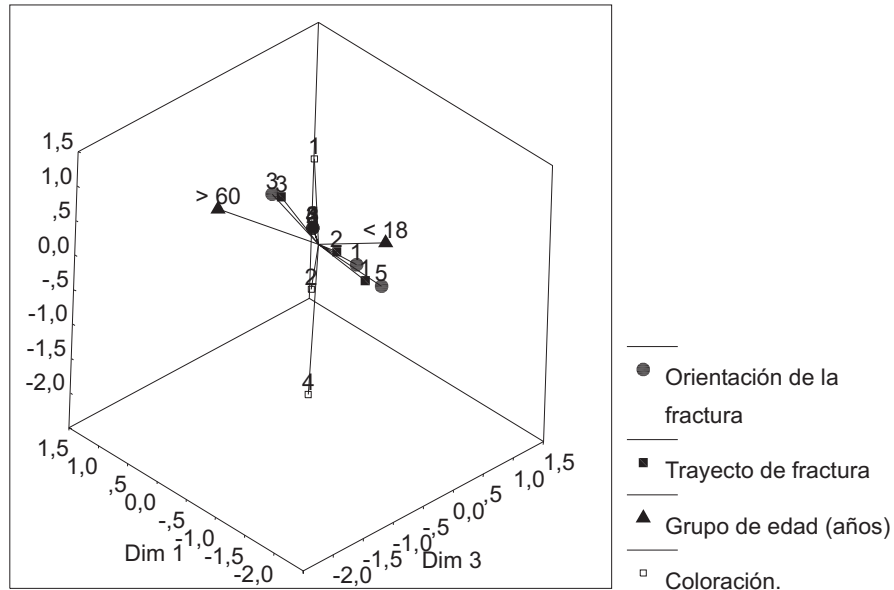
3. Observación microscópica de las piezas dentales desgastadas

Unión amelodentinaria: Los dientes provenientes de individuos jóvenes, se correspondieron más fuertemente con la pérdida de la unión amelodentinaria mediante separación de la dentina y del esmalte, conservándose la integridad de tales tejidos a los 30 y 60 segundos de exposición directa al fuego (Fig. 2b). La separación de la unión amelodentinaria en las piezas dentales de individuos de edad avanzada, se correspondió con la ruptura de la dentina (Fig. 3b).

Unión amelocementaria: Los dientes de individuos jóvenes se corresponden con la fractura del esmalte (Fig. 2d) y los dientes de individuos ancianos se corresponden con la fractura o pérdida total del cemento (Fig. 3d). En cuanto al tiempo de exposición al fuego, otros importante hallazgos consisten en que la fractura del esmalte se correspondió con 30 segundos de exposición, la fractura del cemento con 90 segundos y la pérdida de zonas amplias del cemento con 120 segundos de exposición directa al fuego (Gráfico 2).

4. Examen radiográfico antes y después del tratamiento con fuego directo

En las radiografías tomadas post-tratamiento en los dientes de individuos jóvenes se encontró una mayor correspondencia con la presencia de



Leyenda

I. Coloración	
Desde el amarillo hasta el marrón	(1)
Del negro al marrón	(2)
Gris	(3)
Negro	(4)
Blanco tiza	(5)
Gris azulado	(6)
Blanco rosáceo	(7)
Negro grisáceo	(8)

II. Orientación de la fractura	
Eje mayor	(1)
Transversalmente	(2)
Combinación de 1 y 2	(3)
No existe	(4)
Oblicua	(5)

III. Trayecto de la fractura	
Recta (única)	(1)
Recta con ramificaciones (> 2)	(2)
Reticulada (cuadrículas)	(3)
Rasgada (discontinuas y solapadas)	(4)
En zig-zag	(5)

IV. Grupo de edad (en años)	
≤ 18	
≥ 60	

Gráfico 1. Observaciones macroscópicas. Correspondencia entre la edad cronológica y los cambios provocados por la acción del fuego en los tejidos duros del diente.

fracturas oblicuas en el esmalte, sin separación de los tejidos. En las piezas dentales de individuos ancianos se produjo la pérdida de la integridad del diente con desprendimiento del esmalte y parte de la dentina. También se observaron fisuras coronales y radiculares que revelaron un patrón complejo.

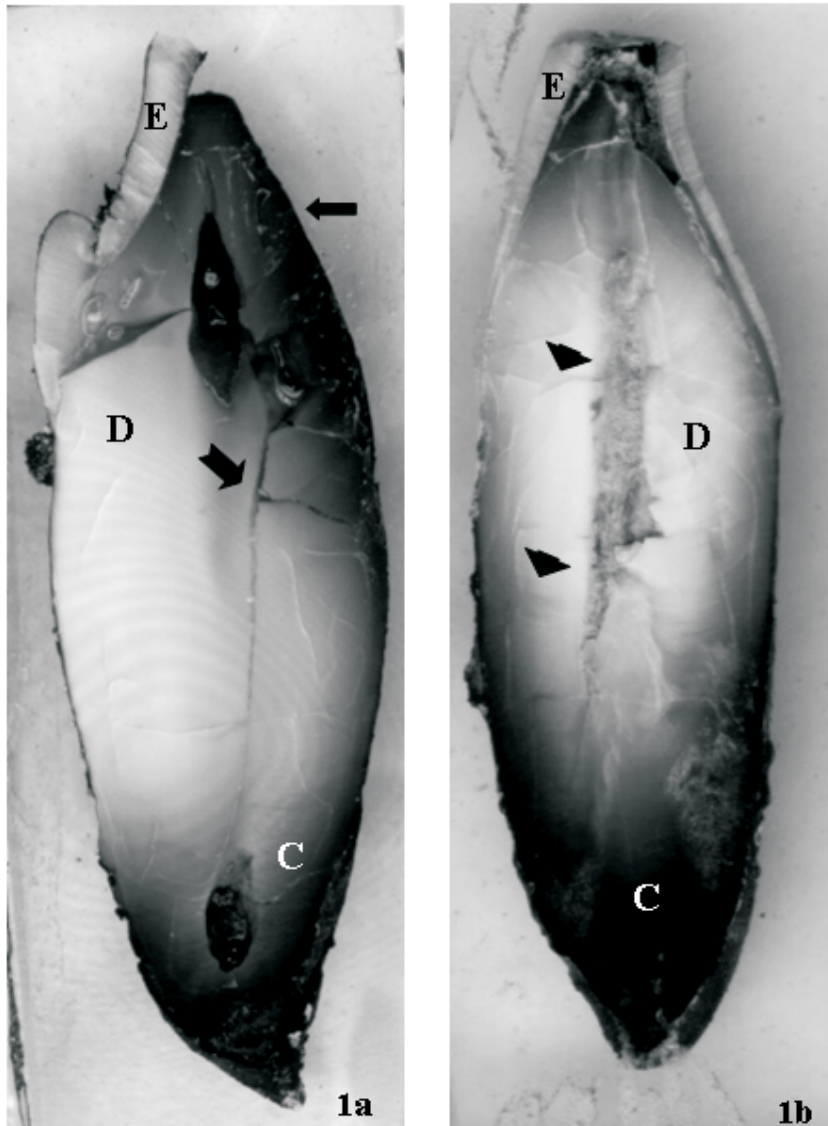


Figura 1. Corte longitudinal donde se observa la estructura interna del diente después de la exposición al fuego, durante 60 segundos. **1a.** Premolar superior de un paciente de 17 años que muestra una fractura recta (flecha gruesa) que sigue el eje mayor del diente. Es notable el desprendimiento del esmalte (flecha delgada). E: esmalte; D: dentina; C: cemento. **1b.** Incisivo superior de un paciente de 76 años donde se observa un patrón de fractura reticular. E: esmalte; D: dentina; C: cemento.

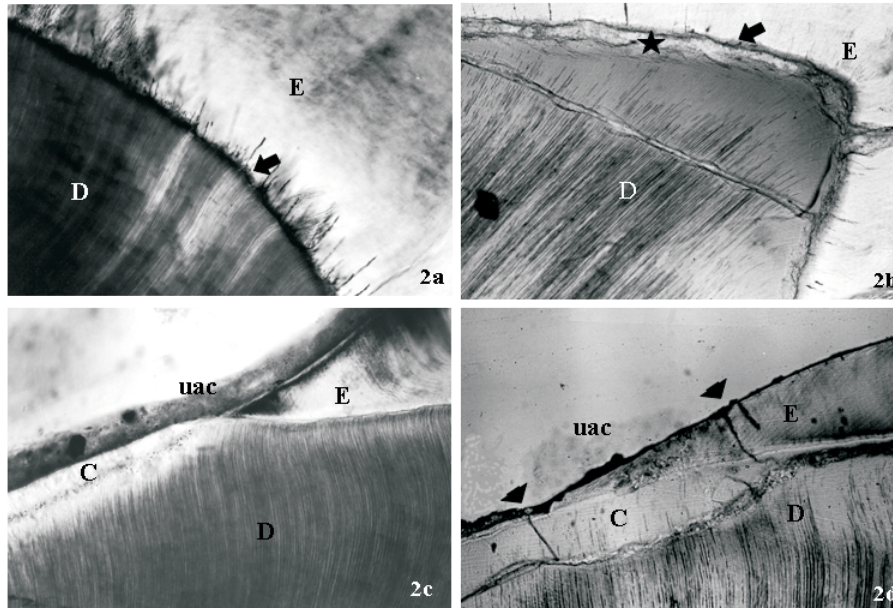
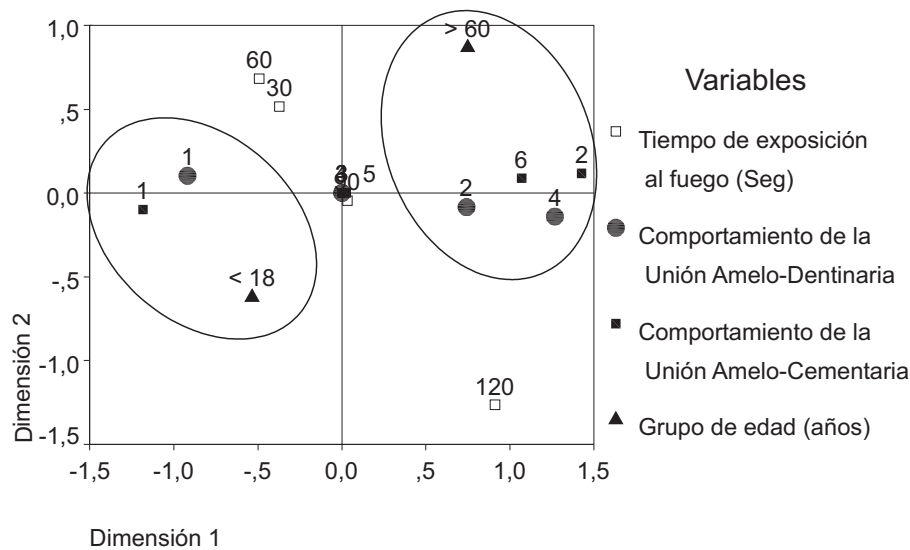


Figura 2. Cortes longitudinales por desgaste de dientes provenientes de individuos jóvenes. **2a.** Unión amelodentinaría (flecha) de un diente antes de la exposición al fuego. Obsérvese la integridad de las estructuras. E: esmalte; D: dentina. **2b.** Unión amelodentinaría (flecha) de un diente después de la acción del fuego. Nótese la separación del esmalte y la dentina (estrella). **2c.** Unión amelocementaria (uac) en un diente previo a la exposición al fuego. Se nota la integridad de las estructuras. E: esmalte; D: dentina; C: cemento. **2d.** Unión amelocementaria (uac) después de la exposición al fuego. Se observan fracturas (cabeza de flechas) en el esmalte (E) y en el cemento (C) sin desprendimiento de los tejidos. D: dentina. (Magnificación original: 100X).

Discusión

La problemática social, económica y política de nuestros días que ha elevado los índices de violencia urbana, así como los avances tecnológicos que han permitido la construcción de modernos medios de transporte a grandes velocidades, han incrementando la frecuencia de desastres masivos. Ante estos acontecimientos, la identificación médico-legal temprana de los cadáveres es fundamental, debido a que razones de tipo legal, morales, sociales y sentimentales, así lo demandan. Sin embargo, además del elevado número de fallecimientos que caracteriza una catástrofe, se produce una gran destrucción del cuerpo humano, provocada por la acción de diferentes agentes físicos, entre ellos el fuego, lo cual dificulta las labores de identificación forense.^{1,18}



Leyenda :

I. Tiempo de exposición al fuego (seg)	
30	
60	
190	
120	

II. Comportamiento de la unión amelo-cementaria	
Fractura del esmalte	(1)
Fractura del cemento	(2)
Fractura del esmalte y cemento	(3)
Fractura en la unión esmalte-cemento	(4)
No existe fractura	(5)
Pérdida de amplias zonas del cemento	(6)

III. Comportamiento de la unión amelo-dentinaria	
Pérdida de la unión amelo-dentinaria, conservando la integridad del esmalte y la dentina.	(1)
Pérdida de la unión amelo-dentinaria, a expensas de la ruptura de la dentina	(2)
Integridad en la unión amelo-dentinaria	(3)
Pérdida total del esmalte	(4)

IV. Grupo de edad (en años)	
≤ 18	
≥ 60	

Gráfico 2. Observaciones microscópicas. Correspondencia entre la edad cronológica y los cambios provocados por la acción del fuego en los tejidos duros del diente.

Dentro de este proceso, la determinación de la edad mediante el examen de los dientes es uno de los métodos más empleados, debido a la factibilidad y bajo costo de las técnicas de laboratorio requeridas, así como por la confiabilidad de los resultados obtenidos.^{3,13}

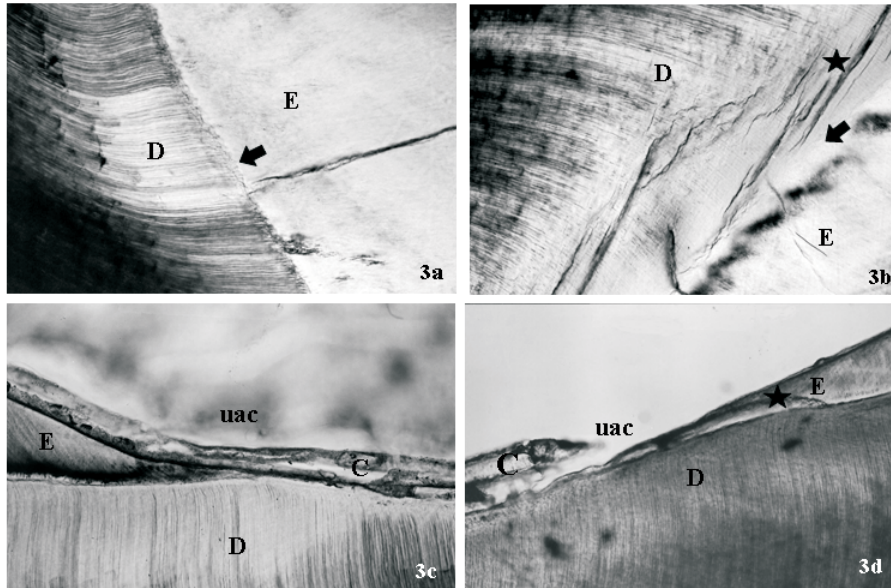


Figura 3. Cortes longitudinales por desgaste de dientes provenientes de individuos de edad avanzada. **3a.** Unión amelodentinaria antes de la exposición al fuego. Nótese la integridad de las estructuras. E: esmalte; D: dentina. **3b.** Unión amelodentinaria (flecha) después de exponer el diente al fuego. Se observa la separación de la unión amelodentinaria a expensas de la ruptura (estrella) de la dentina (D). E: esmalte. **3c.** Unión amelocementaria de un diente antes de la exposición al fuego directo que muestra la integridad de las estructuras. E: esmalte; D: dentina; C: cemento. **3d.** Unión amelocementaria (uac) después de la exposición al fuego. Se observa el desprendimiento del cemento (C). Hay fractura (estrella) del esmalte (E). D: dentina. (Magnificación original: 100X).

El esmalte dental es un mal conductor del calor, ya que tiene un 75% de contenido mineral consistente en una elevada cantidad de cristales de hidroxiapatita incluidos en un escaso contenido de componentes orgánicos y de agua.¹⁶ Se ha establecido que cuando el esmalte es calentado se produce la contracción del tejido debido a la pérdida de agua y de la matriz de colágeno, lo que induce un arreglo morfológico de los cristales de hidroxiapatita, y la consecuente destrucción del esmalte.¹⁹

Los dientes jóvenes estudiados se correspondieron con un patrón de fractura longitudinal y otro patrón recto con ramificaciones y además, la pérdida de la integridad anatómica del esmalte, en tanto que, en los dientes de pacientes ancianos el patrón fue reticulado. Este hallazgo puede explicarse

basándose en lo descrito por Myers y col.¹⁵ con respecto a que en los dientes jóvenes los procesos odontoblásticos están presentes dentro de los túbulos dentinarios, lo cual eleva el contenido de agua de la pieza dental. En cambio, en los dientes de individuos ancianos se ha descrito que el contenido de agua disminuye debido a la continua aposición de dentina secundaria, la cual produce la reducción progresiva de la cámara y de la irrigación sanguínea pulpar. En estas condiciones, el mayor número de túbulos dentinales vacíos y la reducción del tamaño de los existentes, provocado por el depósito de dentina intratubular, contribuyen a disminuir el contenido de agua del diente viejo, por lo que el tejido es más propenso a fracturarse en diferentes direcciones.

A nivel microscópico, la separación de la unión amelodentinaria conservándose la integridad de la pieza dental observada en dientes de individuos jóvenes, puede explicarse por la mayor permeabilidad que caracteriza al tejido joven. En los dientes envejecidos, la unión amelodentinaria se pierde con fractura de la dentina, lo cual puede estar en relación con la disminución de la permeabilidad de este tejido a medida que avanza la edad del individuo.

Para interpretar tanto las fracturas presentes en el cemento de dientes jóvenes como el desprendimiento de este tejido en dientes de ancianos, es necesario considerar que estos cambios pueden estar influenciados por la acción directa del fuego, bajo los parámetros en que se realizó este estudio. Como lo expone Merlati y col.¹⁵ en condiciones naturales las raíces habrían estado protegidas por los tejidos blandos de la cara y además, enclavadas en el hueso alveolar, resguardadas ante la acción directa de agentes físicos externos.

Según Taylor y col.²⁰ la dentina contiene de un 8-10% de agua y si el diente se calienta gradualmente el contenido se evapora produciéndose un mínimo daño a la estructura. Esto explicaría el hecho de que en ambos grupos estudiados, a los 30 segundos de exposición al fuego directo el esmalte y la dentina se mantienen intactos, a pesar de la ruptura de la unión amelodentinaria. Sin embargo, es de esperarse que al incrementar el tiempo de exposición al fuego, los tejidos dentales pierdan su integridad. Los resultados obtenidos en este trabajo están de acuerdo con lo expuesto por Myers y col.¹⁵ referente a que las alteraciones macroscópicas y microscópicas de los tejidos dentales provocadas por la exposición al fuego, pueden proveer información útil acerca del tiempo que la pieza dental permaneció expuesta al mismo.

Finalmente, consideramos que es posible detectar patrones de comportamiento en dientes expuestos al fuego directo, los cuales están en relación con la edad cronológica del individuo. El diseño de métodos que consideren estas variables puede contribuir al desarrollo de una línea de investigación en Odontología Forense, encaminada a la estimación de la edad, mediante métodos con mayor viabilidad dentro de nuestros países latinoamericanos.

Referencias

1. Chapenoire S, Schuliar Y, Corvisier J. Rapid, efficient dental identification of 92% of 13 train passengers carbonized during a collision with a petrol tanker. *Am J. Forensic Med. Pathol.* 1998; 19(4):352-5.
2. Merlati G, Danesimo P, Savio C, Fassina G, Osculati A, Menginhi P. Observations on dental prostheses and restorations subjected to high temperatures: experimental studies to aid identifying process. *J. Forensic Odontoestomatol.* 2002; 20:17-24.
3. Sweet, D. ¿Por qué es necesario un odontólogo para la identificación? *Odontología Legal. Vol. 2. Clínicas Odontológicas de Norteamérica.* McGraw-Hill Interamericana, México. 2001:245-57.
4. Fairgrienvé S. SEM analysis of incinerated teeth as an aid to positive identification. *J. Forensic Sci.* 1994; 39(2):557-65.
5. Brannon R, Kessler H, Problems in mass-disaster dental identification: a retrospective review. *J. Forensic Sci.* 1999; 44(1):123-7.
6. Ritz-Timme S, Cattaneo C, Collins M, Waite E, Schütz H, Kaatsch H, Borrman H. Age estimation: the state of art in relation to the specific demands of forensic practice. *Int. J. Legal Med.* 2000; 113:129-36.
7. Schmeling A, Olze A, Reisinger W, Geserick G. Age estimation of living people undergoing criminal proceedings. *Lancet.* 2001; 358(9276):89-90.
8. Demirjian A, Goldstein H, Tanner J. A new system of dental age assessment: *Hum. Biol.* 1973; 45:211-27.
9. Willens G, Van Olmen A, Spiessens B, Carels C. Dental age estimation in Belgian children Demirjian's technique revisited. *J. Forensic Sci.* 2001; 46(4):893-5.
10. Solheim T. Dental cementum apposition as an indicator of age. *Scand. J. Dent. Res.* 1990; 98:510-19.
11. Solheim T. Amount of secondary dentin as an indicator of age. *Scand. J. Dent. Res.* 1992; 100:193-9.
12. Drusini A, Toso O, Ranzato C. The coronal pulp cavity index: a biomarker for age determination in human adults. *Am. J. Phys. Anthropol.* 1997; 103:353-63.
13. Amariti M, Restori M, De Ferrari F, Paganelli C, Falia R, Legnani G. A histological procedure to determine dental age. *J. Forensic Odontoestomatol.* 2000; 18:1-5.
14. Ohtani S, Matsushima Y, Kobayashi Y, Yamamoto T. Age estimation by measuring the racemization of aspartic acid from total aminoacid content of several types of bone and rib cartilage: a preliminary account. *J. Forensic Sci.* 2002; 47(1):32-6.
15. Myers S, Willians J, Hodges J. Effects of extreme heat on teeth with implications for histologic processing. *J Forensic Sci.* 1999; 44(4):805-9.
16. Yamamoto K, Ohtani S, Kato S, Sugimoto H, Miake K, Nakamura T. Morphological changes in human and animal enamel rods with heating. *Bull of Kanagawa Dent. Col.* 1990; 18(1):55-61.

17. Mandajona J, Martin-de las Heras S, Valenzuela A, Valenzuela M, Luna J. Differences in morphological age-related dental changes depending on post mortem interval. *J. Forensic Sci.* 2001; 46(4):889-92.
18. Fereira J, Espina A, Barros F. La Odontología Forense en la identificación de las víctimas de la masacre de la cárcel de Sabaneta (Venezuela). *Rev. Esp. Med. Leg.* 1998; XXII(83):50-6.
19. Fried D, Zuerlein M, Le C, Featherstone J. Thermal and chemical modification of dentin by 9-11- μm CO₂ laser pulses of 5-100- μs duration. *Lasers Surg. Med.* 2002; 31:275-82.
20. Taylor P, Wilson M, Lyons T. Forensic odontology lessons: multishooting incident at Port Arthur, Tasmania. *Forensic Sci. Int.* 2002; 130:174-82.