

Análisis forense de dientes, materiales de obturación y restauraciones protésicas en restos humanos expuestos a elevadas temperaturas. Revisión de la literatura

Forensic analysis of teeth, filling materials and prosthetic restorations in human remains exposed to high temperatures. Literature review

Presentado: 31 de enero de 2023

Aceptado: 15 de marzo de 2023

Publicado: 17 de abril de 2023

Alan Diego Briem Stamm,^{ORCID} María Salomé Outes,^{ORCID} Marta Alicia Fernández Iriarte,^{ORCID} Luis Reinaldo Rannelucci,^{ORCID} Ana Clara Casadoumeq,^{ORCID} Johanna Denise Salazar,^{ORCID} Santiago Buljevich,^{ORCID} César Rodolfo Telechea,^{ORCID} Carla Georgina Arias^{ORCID}

Cátedra de Odontología Legal, Forense e Historia de la Odontología, Facultad de Odontología, Universidad de Buenos Aires, Buenos Aires, Argentina

Resumen

El proceso para establecer una identificación odontológica inequívoca se sustenta en la recuperación de la mayor cantidad posible de información *post mortem*, y su posterior cotejo con aquellos registros *ante mortem* de la víctima.

Los dientes son tejidos del cuerpo humano con una elevada resistencia en su estructura, lo que les permite tolerar el embate de los efectos ambientales como el fuego, la desecación, la descomposición o la inmersión prolongada. En la mayoría de los desastres naturales, y también en los provocados por el hombre, los registros odontológicos pueden contribuir para identificar cuerpos que sería irreconocibles aplicando metodologías tradicionales. En cadáveres quemados o carbonizados, resulta imperativo conservar la eviden-

cia odontológica recuperada, para evitar que su manipulación pueda desvirtuarla e incluso destruirla; por eso se suele fijar y estabilizar antes de ser transportada. Los recursos imagenológicos constituyen una sólida estrategia de perennización de evidencia, los cuales pueden ser complementados por fotografías y toma de impresiones. El presente artículo revisa varios estudios sobre restos dentales, materiales de obturación y aparatos protésicos quemados o carbonizados, haciendo énfasis sobre su importancia en el proceso de identificación humana.

Palabras clave: Cuerpos carbonizados, diente, identificación humana, materiales de obturación, odontología forense, restauraciones protésicas.

Abstract

The process to establish an unequivocal dental identification is based on the recovery of the greatest possible amount of post mortem information, and its subsequent comparison with the ante mortem records of the victim.

Teeth are tissues of the human body with high resistance in their structure, which allows them to tolerate the onslaught of environmental effects such as fire, desiccation, decomposition, or prolonged immersion. In most natural disasters, an also in those caused by men, dental records can help identify a body that would be unrecognizable using traditional methodologies. In burned or charred corpses, it is imperative to preserve the

recovered dental evidence, to avoid its manipulation from distorting and even destroying it; this is why it is usually fixed and stabilized before being transported. Imaging resources constitute a solid strategy for the perpetuation of evidence, which can also be complemented by photographs and impression taking. This article reviews several studies on dental remains, materials and burned or charred prosthetic devices, emphasizing their importance in the human identification process.

Key words: Charred bodies, forensic odontology, human identification, prosthetic restorations, sealing materials, tooth.

Introducción

Los dientes son tejidos del cuerpo humano lo suficientemente resistentes como para conservar una integridad manifiesta muchísimo tiempo después del fallecimiento de la persona. Son biológicamente estables, y contienen información respecto de eventos fisiológicos y patológicos de la vida del individuo, que permanecen como marcadores dentro de sus estructuras.¹ Cualquier tratamiento realizado por un odontólogo, ya sea una obturación o una restauración protésica, modifica la dentición de un individuo, confiriéndole caracteres propios y muchas veces irrepetibles. De tales modificaciones terapéuticas el odontólogo forense tratará de capitalizar información que permita establecer la identificación indubitable de un cuerpo desconocido. Es menester considerar que ante la presencia de restos humanos quemados y/o carbonizados (fig. 1), víctimas de tragedias naturales o provocadas por el hombre, los registros odontológicos se erigen como la piedra angular del derrotero identificatorio.

La identificación *post mortem* es esencial desde el punto de vista humanitario, religioso y judicial. Existen reportes que han atribuido a la información odontológica una tasa de éxito en los procesos de identificación que oscila entre el 43 y el 89%.^{2,3} La identificación odontológica requiere de un cotejo entre registros *post mortem* (PM) y *ante mortem* (AM).^{4,5} Aunque existen excepciones, la recuperación de datos odontológicos implica muchas veces reunir información exigua, incompleta e ilegible.⁶ Cuando no se dispone de registros AM, el perito odontólogo busca reconstruir un perfil PM basado en las características dentales observables en la víc-



Figura 1. Fragmento mandibular con dientes de resto carbonizado.

tima fatal, que le permitirá inferir la edad, género, etnia, talla, posición socioeconómica, nacionalidad y hasta el presunto oficio de la persona.⁷ Una problemática muy común a nivel global es la dificultad para recuperar registros odontológicos sólidos. Esto amerita impulsar estrategias para concientizar y entrenar a los futuros profesionales desde los claustros universitarios respecto de la importancia de labrar correctas historias clínicas. Todavía no existe un criterio uniforme en cuanto a modelos de fichas dentales y sus respectivos odontogramas, cuya diversidad manifiesta representa una seria dificultad a la hora de estandarizar procedimientos de identificación en diferentes latitudes.^{6,8} La Organización Internacional de Policía Criminal (INTERPOL)⁵ establece que los tres criterios principales de identificación son las huellas dactilares, los perfiles de ADN y los registros odontológicos comparativos, pero también existen reportes que utilizan la identificación a través de la fisonomía del rostro en una alta proporción de casos, recurriendo a la opinión o veredicto de un familiar para confirmar y/o descartar identidad. En muchos de esos casos se registran serios errores de apreciación que han dificultado sobremanera su establecimiento como criterio de identificación.^{9,10}

La importancia de los dientes para la identificación se debe a su composición altamente mineralizada, volviéndolos resistentes a la influencia del medio externo. No son modificados por la descomposición del cadáver, y por lo general resisten el deletéreo efecto de las llamas, del álcalis o incluso de ácidos débiles.¹¹ Los eventos de carbonización podrían resultar de un accidente aéreo, de colisiones entre vehículos terrestres, bombardeos o de una cremación ilícita, aunque también se han reportado otros incidentes como incendios, suicidios y homicidios.¹² La tarea del odontólogo forense se vuelve compleja en aquellas situaciones donde la víctima ha sido incinerada hasta el punto de que solo pueden rescatarse fragmentos de dientes y huesos.^{13,14} Se ha enfatizado que en eventos incendiarios los dientes del sector anterior reciben el mayor impacto, y por lo general, los premolares y molares quedan resguardados (fig. 2).¹⁵ Los labios y mejillas inicialmente proporcionan un cierto aislamiento, hasta que los músculos se contraen por el aumento de la temperatura y la dentición anterior queda expuesta.¹⁵ La lengua también puede conferir resguardo a la dentición inferior.¹⁶ El hueso alveolar y las encías, en tanto, protegen de la injuria térmica a las superficies radiculares.



Figura 2. Extracción de un diente del sector posterior en cadáver carbonizado.

Se ha establecido que, entre los factores que intervienen en el nivel de incidencia del fuego sobre la integridad de los dientes, la duración de la exposición ígnea, la presencia de materiales de restauración (además de los tejidos) interpuestos entre ellos, como así también el intempestivo viraje de temperatura ocasionado por sustancias utilizadas para sofocar el incendio son las más relevantes. Aunque los dientes y los materiales de obturación son generalmente resistentes a la destrucción, las elevadas temperaturas pueden dañarlos severamente, hasta pulverizarlos en algunos casos. Los restos dentales conservan, no obstante, cierto grado de configuración anatómica después de su exposición al fuego. Sin embargo, experimentan una notable reducción de su tamaño original, tornándose extremadamente frágiles.^{3,17}

El presente artículo revisa varios estudios sobre restos dentales, materiales de obturación y aparatos protéticos quemados o carbonizados, poniendo énfasis respecto de su impacto en el proceso de identificación humana. En virtud de ello, se considera necesario divulgar nuevas estrategias procedimentales afines a estos elementos de identificación, teniendo en cuenta el advenimiento de tecnologías y materiales que resultan más apropiados para el tratamiento y conservación de la evidencia odontológica recuperada y utilizando criterios validados científicamente para contribuir al asesoramiento a los estamentos judiciales con mayor eficacia.

Desarrollo

Patrones de identificación dental

Se ha mencionado que los dientes son elementos duros, sin embargo, la rigidez del esmalte los vuelve también frágiles, porque pueden resultar modi-

ficados por patrones de masticación o por hábitos ocupacionales. Existen oficios o tareas laborales que dejan improntas sobre la superficie dental, como por ejemplo las muescas a nivel de los bordes incisales en los dientes de costureras, que pasan hilo por ellos antes de enhebrar agujas. Se dice que los zapateros sostienen pequeñas puntas agudas en sus bocas antes de golpearlas en el verdugón de un zapato, generando patrones de desgaste característicos. Asimismo, los operadores en las fábricas de baterías suelen sufrir una desmineralización ácida de los dientes del sector anterior, producto de los vapores derivados de sus materiales constituyentes. Los ejemplos mencionados originan patrones específicos que podrían ayudar a individualizar a una persona. Es dable destacar que algunas de las formas y diseños de las restauraciones dentales deberían ser cuidadosamente descritas y asentadas en los odontogramas, detallando posición, tamaño, diseño, materiales utilizados, revestimientos insertados debajo de ellos y cualquier otra particularidad inherente. Una revisión exhaustiva de la literatura demostró que los restos dentales carbonizados pueden analizarse mediante histología, radiografía, microscopio estereoscópico, microscopía electrónica de barrido y espectroscopía de energía dispersiva de rayos X (EDS). Estos métodos podrían ser utilizados para estudiar cambios de color, alteraciones superficiales y microscópicas de esmalte, dentina y cemento.¹⁵

Métodos para estabilizar la evidencia dental

Una situación que frecuentemente enfrentan los peritos odontólogos es la extrema fragilidad de los dientes en los restos humanos carbonizados. Esto se ha convertido en un problema importante a la hora de preservar la dentición con fines probatorios. En cualquier escena de crimen o accidente que involucre cuerpos carbonizados, se debe tener cabal comprensión de su endeble integridad. Es allí cuando se convoca al odontólogo forense para preservar las estructuras dentales u óseas antes de cualquier perturbación que pueda destruirlas y, como consecuencia de ello, perder evidencia significativa. Los cambios de color que ocurren durante la carbonización pueden ser útiles para predecir el grado de fragilidad de los tejidos dentales. En general, los dientes que tienen una apariencia oscura o carbonizada no suelen ser tan delicados como aquellos que ofrecen un aspecto de “diáfana porcelana blanca”. Ante este escenario, sería prudente emplear una técnica de estabilización. Se debe tener en cuenta que el proceso de fragmentación dental comienza a baja temperatura, incluso antes de que se produzca la carbonización de

sus componentes orgánicos.¹⁸ Los resultados de un cuestionario enviado a antropólogos y odontólogos forenses revelaron que los métodos más utilizados para tal fin son la impregnación del diente con una solución de acetato de polivinilo y la aplicación de pegamento en base a cianoacrilato.¹⁹ En un contexto de laboratorio se han empleado diversos materiales para la estabilización como esmalte acrílico en aerosol transparente, laca para el cabello, laca transparente en aerosol para madera, esmalte transparente para uñas, cemento epoxi de fraguado rápido, acetato de polivinilo o resina dental autocurable. Aunque todas las sustancias probadas estabilizaron con éxito los dientes carbonizados, se expresó que el spray galvanizado en frío era el más elegido para estabilización dental, en virtud de su bajo costo y su practicidad de uso.^{19,20} Se ha reportado que, durante incendios forestales acaecidos en Australia, el hecho de envolver la cabeza de las víctimas después de estabilizar los fragmentos dentales en el lugar del hecho permitió el ulterior análisis de la evidencia colectada.²¹ Cuando se trata de restos carbonizados, se hace imprescindible propender a un enfoque sistemático en cada etapa de su evaluación, a los efectos de conservar la integridad de la dentición, evitando la pérdida de posible evidencia.

Los tejidos dentales y la injuria térmica

Muchos estudios indican que, con el aumento súbito de la temperatura, el cambio de color representa la modificación más ostensible.^{16,18,22} A una temperatura de 300 °C, el primer cambio observable se produce a nivel del tejido adamantino, dentina y cemento, que oscurecen virando a un color marrón grisáceo.²² Un patrón similar de decoloración se ha constatado en dientes temporarios a la misma temperatura. Se cree que el cambio de color se debe a que la energía térmica desnaturaliza las moléculas de colágeno, afectando la absorción del espectro de luz visible.²³ Cuando la temperatura alcanza los 500 °C, la dentina se vuelve negra o gris oscura. Dicho guarismo térmico representó el máximo nivel de tolerancia del sistema de conductos radiculares y la cámara pulpar.²² El esmalte se tornó grisáceo tanto en los dientes permanentes como los deciduos, perdiendo su brillo característico.^{18,22} Existe una tendencia general a que los tejidos se aclaren gradualmente al ser expuestos a una temperatura de 900 °C.²² Esto se debe a la progresiva pérdida de agua que sufren.^{16,23} La deshidratación de las estructuras calcificadas parece correlacionarse con la fragmentación del esmalte, que empieza alrededor de los 700 °C, y de la dentina y

cemento, que se manifiesta a los 900 °C. Hay una contracción manifiesta de los tejidos que, con tales registros térmicos, se van escindiendo. Es frecuente recuperar coronas de esmalte que están desprendidas pero intactas.^{16,20}

Importancia de la imagenología forense

Se ha ponderado el positivo influjo de los recursos imagenológicos al permitir una pormenorizada observación y posterior análisis de los caracteres anatómicos del diente y demás estructuras del sistema estomatognático en un contexto investigativo forense.²⁴⁻²⁶ El potencial cotejo de caracteres radiográficos PM con los registros AM colectados permite observar concienzudamente las curvaturas radiculares, la morfología de obturaciones y los tratamientos endodónticos, entre otros aspectos.^{24,26} Se han reportado diferentes estrategias para obtener una adecuada técnica radiográfica. Si los labios y mejillas se vuelven demasiado rígidos como para retraerlos con facilidad, se hace necesario eliminar ambos tejidos blandos. También puede resultar útil extraer la lengua a través del piso de cavidad oral, para facilitar la adaptación de una película de rayos X.^{15,19} Hoy en día existe un consenso en relación a que lo ideal sería obtener un registro ortopantomográfico, ya que evita la excesiva manipulación de los tejidos afectados. Se ha realizado un estudio experimental *in vitro* para examinar las características radiográficas de una muestra de 90 dientes humanos expuestos a diferentes temperaturas, que variaban entre 200 °C y 1100 °C.²⁷ Se analizaron las alteraciones en obturaciones, apariencia radiográfica y la progresión de las grietas y fisuras originadas por la exposición calórica al nivel de los tejidos duros dentales y en la interfaz entre el remanente dentario y la obturación. Se constataron grietas entre el tejido dental y las obturaciones a 800 °C, mientras que la morfología de los rellenos se mantuvo todavía, al menos parcialmente, a 1100 °C. También se pudo observar que, en dientes tratados endodónticamente, y obturados con amalgama, se conservaba la morfología y el tamaño al ser expuestos a 1000 °C. Se ha verificado el valioso recurso imagenológico en el contexto odontológico forense, que ha supuesto el desarrollo de la unidad radiográfica portátil NOMAD PRO 2 (KaVo Aribex, California, USA), que demostró una notable versatilidad en casos como el tsunami que azotó al sudeste asiático en 2004, el huracán Katrina en los Estados Unidos en 2005²⁸ o el accidente aéreo en La Rioja, Argentina, en 2015.²⁹

Efectos del fuego sobre los materiales dentales

Cuando la pulpa dental alcanza una temperatura extrema y se produce el estallido de la corona dental, el diente se fractura, quedando, tal vez, sólo como un resto radicular, cuya anatomía sería plausible de ser estudiada pericialmente.¹² Se han descrito situaciones donde los dientes han sido avulsionados en forma intempestiva de su receptáculo óseo (fig. 3), por lo que se ha aconsejado obtener una réplica de la anatomía radicular del diente perdido llenando el alveolo vacío con alginato mezclado con sulfato de bario antes de tomar la radiografía. Esto permite una mejor visualización de la anatomía radicular.³⁰ El análisis forense de materiales de obturación fustigados por elevadas temperaturas proporciona pistas importantes a la hora de correlacionarlos con los datos AM. La amalgama resiste hasta 800 °C, las aleaciones con base metálica alcanzan su punto de fusión entre los 1275 y los 1500 °C respectivamente, en tanto que las porcelanas toleran temperaturas superiores a 1000 °C.²⁶

Cambios microscópicos en los tejidos dentales

Se ha observado que, a temperaturas de hasta 200 °C, no hay cambios microscópicos en los dientes permanentes. En relación a los dientes deciduos, se halló evidencia de fragmentación a nivel adamantino desde los 100 °C, antes de que se oscurezca súbitamente.^{18,22} Se observó que, entre 300 y 500 °C, el esmalte y el cemento comienzan a fisurarse y fragmentarse.²² La dentina, sin embargo, mantiene su integridad, evidenciando un estrechamiento tubular cuando alcanza los 700 °C. En cambio, en dientes temporarios dicho cambio ya es observable a 300 °C.²² Los túbulos dentinarios en ambas denticiones conservan su estructura principal hasta los 1100 °C. En esmalte y cemento, la formación de gránulos sobreviene mucho antes de los 700 °C y se sostiene hasta alrededor de

los 1000 °C, momento en que ambos tejidos pierden su estructura característica.^{22,31} Cuando se alcanza una temperatura de 1300 °C todos los tejidos en la dentición permanente han perdido su estructura.³² En el caso de los dientes temporarios, la reacción a la carbonización ocurre con el mismo patrón que en los dientes permanentes, pero a temperaturas más bajas. Esto tal vez obedezca a su mayor porosidad y contenido orgánico, como consecuencia de su estado hipomineralizado.³²

Análisis microscópico en dientes quemados y carbonizados

La tecnología inherente a la microscopía de barrido electrónico (SEM) se ha utilizado en odontología forense con el propósito de sopesar los detalles de dientes quemados y fragmentados en virtud de su notable aumento, permitiendo avizorar sutiles distorsiones en su superficie.²³ Se ha publicado el caso de un camión incendiado en el que, a través del citado microscopio, se logró caracterizar y analizar restos dentales con severa destrucción.^{17,20} Además, se ha informado respecto de un caso en el que se utilizó SEM para identificar el tipo y la posición de las restauraciones dentales en dientes sometidos a altas temperaturas, trituración y dispersión intencional.³¹ Asimismo, se han estudiado las características macroscópicas y microscópicas de elementos dentarios torturados a diferentes injurias térmicas usando SEM.³³ En dicho estudio se examinaron 58 premolares extraídos durante el tratamiento de ortodoncia en adolescentes, a los que se expuso a temperaturas que variaron entre los 150 y 1150 °C durante una hora. Detectaron modificaciones sustanciales en el color a nivel coronal y radicular, con diferentes patrones.

Detección de resinas compuestas

El actual mundo globalizado supone un innegable incremento de requerimientos estéticos para los tratamientos odontológicos. Los cuerpos quemados o carbonizados con múltiples obturaciones estéticas podrían a veces significar una encrucijada para los odontólogos forenses, en virtud de la excelente adaptación y aspecto de las mismas, complicando su detección clínica y radiográfica.³⁴ Durante los exámenes PM se utilizan diferentes métodos para poder visualizar estos materiales restauradores, como una solución reveladora para placa bacteriana, transluminación y fluorescencia cuantitativa inducida por luz. Cuando se incinera un diente, la deshidratación causa su contracción y fragmentación, que a su vez producen el desplazamiento del material restaura-



Figura 3. Secuelas de exodoncias traumáticas por accidente aéreo.

dor.¹³ Los cambios de color no son exclusivos de los tejidos dentales, aparecen también en el hueso y en materiales compuestos utilizados para obturar los dientes.³⁵ Se ha sugerido que un dispositivo portátil de fluorescencia de rayos X (FRX) puede ser útil para diferenciar entre tejido óseo y dentario, en tanto que el uso de SEM, en conjunto con la espectroscopía de dispersión de energía de rayos X (EDS) contribuyen a distinguir entre diferentes materiales compuestos de relleno.^{36,37} Al realizarse estudios sobre resinas expuestas a altas temperaturas, se observó que el blanqueamiento de las mismas se produce a 900 °C durante 90 minutos,³⁸ luego un viraje de tonos grises a negros entre los 260 °C y los 500 °C entre 5 y 30 minutos,³⁹ y de un color blanco a marrón a 400 °C, siendo imposible detectar rastro alguno de material luego de los 600 °C.⁴⁰

Marcación de prótesis e implantes dentales

La marcación de prótesis dentales se considera un hábito saludable en la práctica médica, para la que los profesionales odontólogos y laboratoristas dentales deben ceñirse a guías procedimentales. El 99% de los pacientes portadores de prótesis aceptan sin inconvenientes la presencia de marcas identificatorias mientras estas sean estéticamente aceptables, contrariamente a lo afirmado anecdóticamente por algunos odontólogos sobre sus pacientes que no las quieren.⁸

Para este fin, se han propuesto innumerables alternativas de marcación de prótesis, básicamente divididas en métodos “de superficie”, en los que las marcas son talladas o pintadas sobre la superficie de la prótesis, generalmente acrílicas, o “de inclusión”, en los que los elementos identificatorios pueden consistir en insertos de papel, plástico, aluminio, y se colocan dentro de la base acrílica. También se ha propuesto la incorporación de grabados en relieve, códigos de barra, tarjetas de memoria y fotografías de los pacientes.⁴¹⁻⁴⁸ Sin embargo, en casos de temperaturas extremas, en los que los materiales plásticos se evaporan, sólo las porciones metálicas o cerámicas de prótesis completas o parciales pueden mantenerse con algún grado de indemnidad. Esto va a depender del tipo de material y las condiciones propias de la incineración (temperatura y tiempo de exposición) (fig. 4).^{21,49,50} En 1970, Pyke⁴⁹ afirmó que el criterio de “indestructibilidad” (la resistencia implícita tanto a la acción del calor intenso como a los ácidos), en apariencia sólo podría ser alcanzado con materiales metálicos o cerámicos (fig. 5). Una cremación estándar suele emplear temperaturas que van desde los 870 a los 980 °C por un período de 1 a 1:30 horas;



Figura 4. Restos óseos, dentarios y protéticos de víctima carbonizada.

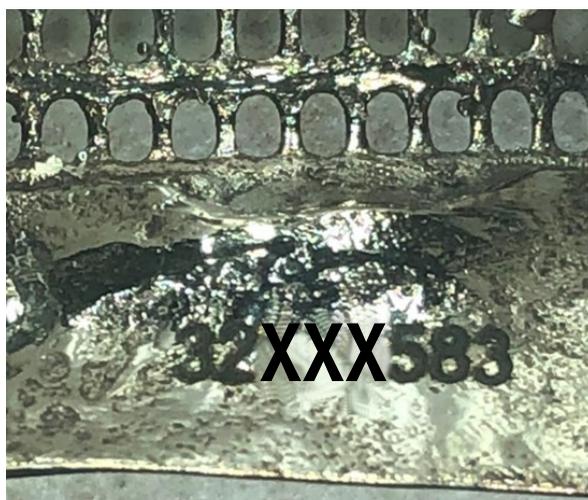


Figura 5. Detalle de prótesis parcial removible de cromo cobalto con grabado láser, luego de ser expuesto a más de 1000 °C.

un evento de incineración puede incluso superar los 1100 °C. Se ha reportado que, durante accidentes con altas temperaturas, estas pueden llegar a los 900 °C en períodos de tiempo relativamente cortos.¹² Por otra parte, el comportamiento de estos materiales frente a la acción de cáusticos no ha sido prácticamente explorado, aún a sabiendas de que los criterios de la *American Dental Association* (ADA) indican una resistencia de las marcaciones a estos agentes vulnerantes.⁵¹ La ADA ya ha establecido los criterios específicos para la marcación de prótesis: a) identificación específica; b) técnica sencilla; c) marcación resistente a fuego y químicos; d) la prótesis no debe verse debilitada y e) la marca debe ser cosméticamente aceptable.⁴⁶ Teniendo en cuenta estos criterios, el espectro de materiales y alternativas útiles se reduce considerablemente.

Por otro lado, cada vez es más frecuente la colocación de implantes dentales en pacientes para reemplazar uno o más dientes perdidos, aumentando la posibilidad de que estos estén presentes en las víctimas fallecidas, y se detecten en el examen radiográ-

fico PM. Sus propiedades físicas de resistencia a la corrosión y su punto de fusión extremadamente alto podrían ayudar en la identificación de víctimas en las que resulta inviable el análisis de las huellas dactilares o el ADN. Los implantes dentales tienen un punto de fusión superior a 1650 °C, por lo que sobreviven a la agresión térmica desmesurada.²⁶ Los implantes dentales se han transformado en un nuevo elemento de identificación desde la luctuosa tragedia ocasionada por el tsunami del sudeste asiático en 2004.^{3,26}

ADN y dientes carbonizados

Los estudios que han comparado el contenido de ADN de los diferentes tipos de dientes han demostrado que aquellos con mayor volumen de pulpa aportan la mejor fuente para un análisis de ADN, en razón de tener más células.^{51,52} También se ha verificado que se recupera más ADN de los dientes multirradiculares respecto de aquellos con una sola raíz, probablemente porque existe una superficie radicular más extensa y por ende una mayor cantidad de cemento.^{51,52} Entonces es lógico pensar que la selección del diente para la muestra debería ser idealmente el que mayor superficie de la raíz y volumen de tejido pulpar ofrezca. Los molares son los principales candidatos en diferentes guías de procedimientos, como los publicados por Interpol en su Manual para Identificación de Víctimas en Catástrofes.⁵ Es sabido que la naturaleza resistente de los tejidos dentales a las agresiones ambientales, tales como la incineración, la inmersión, el trauma, la mutilación y la descomposición los han erigido como una excelente fuente de material genético.⁵³ La pulpa y el cemento son los tejidos más valiosos como fuentes de ADN genómico en el diente; y en conjunto con la dentina, pueden proveer ADN mitocondrial. El esmalte es importante en la preservación de la dentina y la pulpa, pero carece de ADN.⁵⁴ En el caso de carbonización, resulta muy complejo extraer ADN. En esos casos, se aporta poca información en un proceso identificatorio.

Conclusión

La identificación odontológica forense de víctimas carbonizadas representa un complejo desafío. El conocimiento y adecuado abordaje de dientes sometidos a notables injurias térmicas, como así también de los remanentes y residuos resultantes de los materiales restauradores, pueden ayudar al establecimiento de una identificación inequívoca en restos desvirtuados por el fuego. El aspecto ennegrecido de los dientes, observable en las etapas iniciales de calentamiento es más estable que el tinte de “por-

celana blanca” en aquellos dientes que presentan una exposición prolongada a elevadas temperaturas. Es importante utilizar un enfoque sistemático en la búsqueda, hallazgo y recolección de restos dentales y óseos en cadáveres quemados o carbonizados, evitando que su manipulación pueda desnaturalizarlos y/o destruirlos, estabilizándolos y fijándolos previo a su transporte. Los recursos imagenológicos contribuyen a la recolección de evidencia, ya que permiten definir las características anatómicas, fisiológicas y patológicas, que son exclusivas de cada individuo.

Declaración de conflicto de intereses

Los autores declaran no tener conflicto de intereses en relación con este artículo científico.

Fuentes de financiamiento

Este estudio fue financiado exclusivamente por los autores.

Identificadores ORCID

ADBS  0000-0001-7653-9350
 MSO  0000-0001-8113-8797
 MAFI  0000-0002-0451-3159
 LRB  0000-0001-5473-6476
 ACC  0000-0002-0762-6036
 JDS  0000-0002-0374-8431
 SB  0000-0002-6952-5003
 CRT  0000-0003-3639-4737
 CGA  0000-0001-8416-8019

Referencias

- Bernitz H. The challenges and effects of globalization on forensic dentistry. *Int Dent J* 2009;59:222-4.
- Rothwell BR. Principles of dental identification. *Dent Clin North Am* 2001[citado el 14 de noviembre de 2022];45:253-70. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/11370454/>
- Dostalova T, Eliasova H, Seydlova M, Broucek J, Vavrickova L. The application of CamScan 2 in forensic dentistry. *J Forensic Leg Med* 2012;19:373-80. <https://doi.org/10.1016/j.jflm.2012.04.015>
- Byard RW, Winskog C. Potential problems arising during international disaster victim identification (DVI) exercises. *Forensic Sci Med Pathol* 2010;6:1-2. <https://doi.org/10.1007/s12024-009-9141-5>
- Organización Internacional de Policía Criminal (INTERPOL). Guía para la Identificación de Víctimas de Catástrofes. 2018[citado el 3 de diciembre de 2022]. Disponible en: <https://www.interpol.int/es/Como-trabajamos/Policia-cientifica/Identificacion-de-Victimas-de-Catastrofes-IVC>

6. Ceppi HJ, Ramos Moreno JL, Briem Stamm AD, Villanueva JL, Fonseca GM. Ficha Odontológica e Identificación. Reporte del XXXIII Congreso Internacional de AMFRA, 16 de mayo de 2012 - Carlos Paz, Argentina. *J Forensic Med Pathol* 2012[citado el 7 de noviembre de 2022];3:7-15. Disponible en: https://drive.google.com/file/d/0B3_t0nkpB_MFVnRhUjE5TFR5TlE/view?usp=s-haring&resourcekey=0-V2HT8sk2CVixvLU3VaBnQ
7. Pretty IA, Sweet D. A look at forensic dentistry. Part 1: the role of teeth in the determination of human identity. *Br Dent J* 2001;190:359-66.
8. Pretty IA. Forensic dentistry: 1. Identification of human remains. *Dent Update* 2017;34:621-30. <https://doi.org/10.12968/denu.2007.34.10.621>
9. Soomer H, Ranta H, Penttilä A. Identification of victims from the M/S Estonia. *Int J Legal Med* 2001;114:259-62. <https://doi.org/10.1007/s004140000180>
10. Griffiths C, Hilton J, Lain R. Aspects of forensic responses to the Bali bombings. *ADF Health* 2003[citado el 3 de diciembre de 2022];4:50-5. Disponible en: <https://citeseerx.ist.psu.edu/document?repid=rep1&type=pdf&doi=84c2a93baace6ee6a7e12133f992eda24aa1709a>
11. Valenzuela A, Marques T, Expósito N, Martín-De Las Heras S, García G. Comparative study of efficiency of dental methods for identification of burn victims in two bus accidents in Spain. *Am J Forensic Med Pathol* 2002;23:390-3. <https://doi.org/10.1097/00000433-200212000-00019>
12. Bonavilla JD, Bush MA, Bush PJ, Pantera EA. Identification of incinerated root canal filling materials after exposure to high heat incineration. *J Forensic Sci* 2008;53:412-8. <https://doi.org/10.1111/j.1556-4029.2007.00653.x>
13. Bush MA, Bush PJ, Miller RG. Detection and classification of composite resins in incinerated teeth for forensic purposes. *J Forensic Sci* 2006;51:636-42. <https://doi.org/10.1111/j.1556-4029.2006.00121.x>
14. Beauchier JP, Lefèvre P. Gestion de l'identification des victimes lors de catastrophes majeures. L'expérience du Tsunami du 26 décembre 2004. *Rev Med Brux* 2007[citado el 14 de noviembre de 2022];28:512-22. Disponible en: https://www.researchgate.net/publication/235998415_Gestion_de_l'identification_des_victimes_lors_de_catastrophes_majeures_L'experience_du_tsunami_du_26_decembre_2004
15. Delattre VF. Burned beyond recognition: systematic approach to the dental identification of charred human remains. *J Forensic Sci* 2000;45:589-96.
16. Fairgrieve SI. *Forensic cremation: recovery and analysis*. Boca Raton, CRC Press, 2007, pp. 148-56. <https://doi.org/10.1201/9781420008746>
17. Carr RF, Barsley RE, Davenport Jr WD. Postmortem examination of incinerated teeth with the scanning electron microscope. *J Forensic Sci* 1986;31:307-11.
18. Karkhanis S, Ball J, Franklin D. Macroscopic and microscopic changes in incinerated deciduous teeth. *J Forensic Odontostomatol* 2009[citado el 14 de noviembre de 2022];27:9-19. Disponible en: http://www.iofos.eu/Journals/JFOS%20Dec09/KARKHANIS_2_2009.pdf
19. Mincer HH, Berryman HE, Murray GA, Dickens RL. Methods for physical stabilization of ashed teeth in incinerated remains. *J Forensic Sci* 1990;35:971-4.
20. Reesu GV, Augustine J, Urs AB. Forensic considerations when dealing with incinerated human dental remains. *J Forensic Leg Med* 2015;29:13-7. <https://doi.org/10.1016/j.jflm.2014.10.006>
21. Hill AJ, Lain R, Hewson I. Preservation of dental evidence following exposure to high temperatures. *Forensic Sci Int* 2011;205:40-3. <https://doi.org/10.1016/j.forsciint.2010.08.011>
22. Harsányi L. Scanning electron microscopic investigation of thermal damage of the teeth. *Acta Morphol Acad Sci Hung* 1975;23:271-81.
23. Bachmann L, Sena ET, Stolf SF, Zezell DM. Dental discolouration after thermal treatment. *Arch Oral Biol* 2004;49:233-8. <https://doi.org/10.1016/j.archoralbio.2003.08.005>
24. Harvey W. *Dental identification and forensic odontology*. London, Henry Kimpton Publishers, 1976, pp. 88-123.
25. Berketa JW, Hirsch RS, Higgins D, James H. Radiographic recognition of dental implants as an aid to identifying the deceased. *J Forensic Sci* 2010;55:66-70. <https://doi.org/10.1111/j.1556-4029.2009.01226.x>
26. Berketa J, James H, Marino V. Dental implant changes following incineration. *Forensic Sci Int* 2011;207:50-4. <https://doi.org/10.1016/j.forsciint.2010.08.025>
27. Savio C, Merlati G, Danesino P, Fassina G, Menghini P. Radiographic evaluation of teeth subjected to high temperatures: experimental study to aid identification processes. *Forensic Sci Int* 2006;158:108-16. <https://doi.org/10.1016/j.forsciint.2005.05.003>
28. Turner DC, Kloos DK, Morton R. Radiation safety characteristics of the NOMAD™ portable X-ray system. 2005:1-7. Disponible en: <https://docplayer.net/15120568-Radiation-safety-characteristics-of-the-nomad-portable-x-ray-system.html>
29. Briem Stamm A. Aportes de la odontología forense en la identificación humana en incidente adverso con víctimas múltiples: Reporte de caso. *Rev Acad Nac Odontol* 2017[citado el 20 de mayo de 2023];3:25-37. Disponible en: <https://drive.google.com/file/d/1YrdCuykP1N-l4LQG25dVGt7p1lPQYrYZB/view>
30. Brannon RB, Kessler HP. Problems in mass-disaster dental identification: a retrospective review. *J Forensic Sci* 1999;44:123-7.
31. Fairgrieve SI. SEM analysis of incinerated teeth as an aid to positive identification. *J Forensic Sci* 1994;39:557-65.
32. Marella GL, Rossi P. An approach to person identification by means of dental prostheses in a burnt corpse. *J Forensic Odontostomatol* 1999;17:16-9.
33. Muller M, Berytrand MF, Quatrehomme G, Bolla M, Rocca JP. Macroscopic and microscopic aspects of incinerated teeth. *J Forensic Odontostomatol* 1998;16:1-7.
34. Pretty IA, Smith PW, Edgar WM, Higham SM. The use of quantitative light-induced fluorescence (QLF) to identify composite restorations in forensic examinations. *J Forensic Sci* 2002;47:831-6.
35. Di Maio VJM, Dana SE. "Fire and Thermal injuries", en: *Handbook of forensic pathology*. 2ª ed., Boca Raton, CRC Press, 2006, pp. 185-98.
36. Bush MA, Miller RG, Prutsman-Pfeiffer J, Bush PJ. Identification through X-ray fluorescence analysis of dental restorative resin materials: a comprehensive study of non-

- cremated, cremated, and processed-cremated individuals. *J Forensic Sci* 2007;52:157-65. <https://doi.org/10.1111/j.1556-4029.2006.00308.x>
37. Bush MA, Miller RG, Norrlander AL, Bush PJ. Analytical survey of restorative resins by SEM/EDS and XRF: databases for forensic purposes. *J Forensic Sci* 2008;53:419-25. <https://doi.org/10.1111/j.1556-4029.2007.00654.x>
 38. Brogdon B (ed.). *Brogdon's Forensic radiology*. New York, CRC Press, 1998.
 39. Rossouw RJ, Grobler SR, Phillips VM, van W Kotze TJ. The effects of extreme temperatures on composite, compomer and ionomer restorations. *J Forensic Odontostomatol* 1999;17:1-4.
 40. Merlati G, Danesino P, Savio C, Osculati A, Menghini P. Observations on dental prostheses and restorations subjected to high temperatures: experimental studies to aid identification processes. *J Forensic Odontostomatol* 2002;20:17-24.
 41. Colvenkar SS. Lenticular card: a new method for denture identification. *Indian J Dent Res* 2010;21:112-4. <https://doi.org/10.4103/0970-9290.62813>
 42. Colvenkar S. Subscriber identity module: A new method for denture identification. *Dent Res J (Isfahan)* 2013[citado el 7 de noviembre de 2022];10:553-5. Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3793423/>
 43. Bansal PK, Sharma A, Bhanot R. Denture labeling. A new approach. *Contemp Clin Dent* 2011;2:76-8. <https://doi.org/10.4103/0976-237x.83064>
 44. Nalawade SN, Lagdive SB, Gangadhar SA, Bhandari AJ. A simple and inexpensive bar-coding technique for denture identification. *J Forensic Dent Sci* 2011[citado el 7 de noviembre de 2022];3:92-4. Disponible en: https://www.researchgate.net/publication/221694297_A_simple_and_inexpensive_bar-coding_technique_for_denture_identification
 45. Mohan J, Kumar CD, Simon P. "Denture Marking" as an aid to forensic identification. *J Indian Prosthodont Soc* 2012;12:131-6. <https://doi.org/10.1007/s13191-012-0125-x>
 46. Luthra R, Arora S, Meshram S. Denture marking for forensic identification using memory card: an innovative technique. *J Indian Prosthodont Soc* 2012;12:231-5. <https://doi.org/10.1007%2Fs13191-012-0138-5>
 47. Naito Y, Meinar AN, Iwawaki Y, Kashiwabara T, Goto T, Ito T, et al. Recording of individual identification information on dental prostheses using fluorescent material and ultraviolet light. *Int J Prosthodont* 2013;26:172-4. <https://doi.org/10.11607/ijp.3350>
 48. Kalyan A, Clark RKF, Radford DR. Denture identification marking should be standard practice. *Br Dent J* 2014; 216:615-7. <https://doi.org/10.1038/sj.bdj.2014.448>
 49. Pyke TF. Personal identification from artificial dentures. *Aust Dent J* 1970;15:495-8. <https://doi.org/10.1111/j.1834-7819.1970.tb00953.x>
 50. Ragavendra TR, Mhaske S, Gouraha A, Yuwanathi M, Kamath KP, Saawarn S, et al. Quick response code in acrylic denture: will it respond when needed? *J Forensic Sci* 2013;59:514-6. <https://doi.org/10.1111/1556-4029.12331>
 51. Yu C, Abbott PV. An overview of the dental pulp: its functions and responses to injury. *Aust Dent J* 2008;52:S4-6. <https://doi.org/10.1111/j.1834-7819.2007.tb00525.x>
 52. Speller CF, Spalding KL, Buchholz BA, Hildebrand D, Moore J, Mathewes R, et al. Personal identification of cold case remains through combined contribution from anthropological, mtDNA, and bomb-pulse dating analyses. *J Forensic Sci* 2012;57:1354-60. <https://doi.org/10.1111%2Fj.1556-4029.2012.02223.x>
 53. Rubio L, Martinez LJ, Martinez E, Martin de las Heras S. Study of short- and long-term storage of teeth and its influence on DNA. *J Forensic Sci* 2009;54:1411-3. <https://doi.org/10.1111/j.1556-4029.2009.01159.x>
 54. Alkass K, Buchholz BA, Ohtani S, Yamamoto T, Druid H, Spalding KL. Age estimation in forensic sciences. Application of combined aspartic acid racemization and radiocarbon analysis. *Mol Cell Proteomics* 2010;9:1022-30. <https://doi.org/10.1074/mcp.m900525-mcp200>

Cómo citar este artículo

Briem Stamm AD, Outes MS, Fernández Iriarte MA, Rannelucci LR, Casadoumecq AC, Salazar JD, et al. Análisis forense de dientes, materiales de obturación y restauraciones protésicas en restos humanos expuestos a elevadas temperaturas. Revisión de la literatura. *Rev Asoc Odontol Argent* 2023,111:e1110452. <https://doi.org/10.52979/raoa.1110452.1212>

Contacto:

ALAN DIEGO BRIEM STAMM
alanbs.uba@gmail.com