

C I E N C I A

ODONTO lógica

Revista arbitrada
de la Facultad de
Odontología
Universidad del Zulia



Vol. 14. No. 1
Enero-Julio 2017

Cambios estructurales de las resinas compuestas sometidas a la acción de altas temperaturas.

Ana Miriam Pérez Pernaleté^{1*}, Jose Luis Ferreira Paz², Ángela Irene Espina-Ferreira² y Ana Isabel Ortega-Pertuz²

¹ Especialista en Odontología Operatoria y Estética. Cátedra de Rehabilitación Bucal. Departamento de Rehabilitación Estética y Funcional.

² Doctor (a) en Odontología. Área de Odontología Forense, Instituto de Investigaciones. Facultad de Odontología, Universidad del Zulia.

Correos electrónicos: anamiriamperezp@hotmail.com, aespinaferreira@gmail.com, joseluisferreira-paz@gmail.com, anitaortegav@gmail.com

RESUMEN

Introducción: Las estructuras dentarias y los biomateriales odontológicos pueden constituir la única evidencia disponible para la identificación de un cadáver o restos humanos, expuestos a la acción de altas temperaturas. Las resinas compuestas resisten temperaturas elevadas y presentan estructuras únicas, por lo cual pueden proporcionar información útil como evidencia, en el proceso de identificación. **Objetivos:** Proponer procedimientos para la obtención de datos y procesos para conocer el tipo de resina que estaba presente en una preparación cavitaria, a qué temperatura estuvo expuesta y durante cuánto tiempo, con el fin de aportar datos útiles para la identificación forense. **Materiales y métodos:** Se describen propuestas metodológicas para el estudio de las resinas compuestas sometidas a elevadas temperaturas, que incluyen: estabilización de las muestras, estudio colorimétrico, observación al Microscopio Óptico y al Microscopio Electrónico de Barrido de tecnología Ambiental. **Resultados:** Se presentan métodos y procedimientos para el procesamiento, preparación y análisis de muestras, para el estudio “in vitro” de resinas compuestas sometidas a la acción de altas temperaturas. **Conclusiones:** Es importante el conocimiento y manejo de las diferentes técnicas de manipulación y métodos de análisis de las muestras, para realizar análisis cuantitativos macroscópicos, microscópicos y ultramicroscópicos, de gran valor forense.

Palabras Clave: Metodologías en Odontología Forense, identificación en Odontología Forense, resinas compuestas, altas temperaturas, manipulación de evidencia.

Autor de Correspondencia: Área de Odontología Forense. Instituto de Investigaciones. Facultad de Odontología, Universidad del Zulia. Calle 65, esquina con Av. 19. Apartado postal 526. Maracaibo, Estado Zulia, Venezuela. Teléfono: 0058 414 6230020.

Structural changes of composite resins subjected to the action of high temperature. Methodological proposed.

ABSTRACT

Introduction: dental structure and dental biomaterials could be the only evidence available for the identification of a human body, which had been exposed to high temperature. Dental Composite has a unique structure that can also resist high temperature, which can provide useful information as evidence at the identification process. **Objectives:** to propose procedure in order to obtain information to be able of recognize the kind of composite that was present in the teeth, which temperature and how long was exposed at, so it could provided particular information for forensic identification. **Materials and methods:** Methodological proposed are described for the study of composite that have been exposed to high temperatures, which includes: samples stabilization, colorimetric analysis, optical microscopic and environmental scanning microscopy observation. **Results:** Methods of processing techniques are described, for the preparation and analysis of samples, for the study "in vitro" of dental composites under the effect of high temperature. **Conclusions:** it is important the knowledge and handle of the different manipulation techniques and methods for analysis of the samples, so it can be perform quantitative macroscopic, microscopic and ultramicroscopic analysis, with anhigh forensic value.

Key words: Forensic dentistry methodologies, dental forensic identification, dental composites, high temperature, sample manipulation.

Introducción

La identificación de restos humanos a través de las estructuras dentales ha tenido principal importancia en los casos de desastres naturales o provocados por el hombre, en donde se han generado numerosas víctimas. Esta identificación es esencial, desde el punto de vista humanitario y/o religioso, así como por razones legales, civiles y sociales. Algunos reportes indican que la identificación basada en la documentación dental, conlleva a un proceso exitoso en un 43 a 89% de los casos, y por lo tanto, es el método de elección preferido.¹

Las estructuras dentarias pueden constituir la única evidencia disponible para la identificación de un cadáver o restos humanos. En el caso de cuerpos quemados, la pérdida de los componentes orgánicos en los delgados huesos del cráneo y en las estructuras dentarias, puede dejarlos frágiles y susceptibles a erosiones o fracturas.² Los dientes están protegidos en un principio por los tejidos blandos durante los primeros 14 a 24 minutos, trayendo como consecuencia que la

temperatura dentro de la cavidad bucal no pase de 87 °C; además, factores como el estado nutricional, edad, temperatura y tiempo de exposición del cuerpo,³ intervienen en el grado de afectación de los tejidos duros, por la acción del calor. Los dientes posteriores son preservados por las capas de tejidos adyacentes como la piel, músculos, depósitos de grasa y estructuras glandulares. En el caso del esmalte de los dientes del sector anterior los cuales están más expuestos a la acción del fuego directo, se conoce que al mínimo contacto pueden fracturarse y, una vez que los dientes se fracturan o fragmentan, es muy difícil reconstruirlos para la toma de radiografías, fotografías o impresiones que puedan tener valor como evidencia forense.⁴

Los biomateriales odontológicos soportan altas temperaturas, sin embargo, esta resistencia varía entre los diferentes materiales, por ejemplo, la amalgama dental persiste hasta 850 °C mientras que la porcelana dental se conserva aún a los 1000 °C.⁵ La resina compuesta es un material estético de restaura-

ción directa utilizado universalmente.⁶ Este material ha evolucionado de forma significativa desde que fue introducido hace 50 años, mejorando sus propiedades físicas y mecánicas de tal forma que, hoy en día son empleadas en todas las zonas de la cavidad bucal, es decir, tanto en el sector anterior como en el posterior.^{7,8} Este biomaterial es capaz de resistir altas temperaturas y puede ser reconocido según su marca comercial, en base a la composición química de sus partículas inorgánicas.⁹ Además, se han evaluado aspectos cualitativos en el color e integridad estructural relacionados con los rangos de temperatura a los cuales se han expuesto.¹⁰⁻¹² Sin embargo, no se han realizado valoraciones cuantitativas bajo condiciones controladas de laboratorio, que permitan inferir el comportamiento ante un suceso real.

Debido a la fragilidad presente en los restos dentarios sometidos a altas temperaturas, es de importancia por parte de los investigadores, poder mantener la integridad de las estructuras dentarias en cada etapa de la evaluación de las mismas, evitando la pérdida de esta potencial evidencia. Por esto, con el tiempo se han empleado varios materiales para la estabilización de las muestras en el laboratorio.¹ Asimismo, toda estructura que sea desalojada del cuerpo debe recolectarse e identificarse para su posterior análisis.⁴

Existen diferentes pruebas que se han utilizado para evaluar estos materiales dentales sometidos a elevadas temperaturas, como son los estudios macroscópicos a través de la comparación de patrones de color y fracturas¹⁰⁻¹³, estudios al estereomicroscopio para determinar la presencia de brechas marginales entre la restauración y el diente ^{10,12} y, estudios al Microscopio

Electrónico de Barrido (MEB)¹⁴ y con el Difractor de rayos X, para evaluar el porcentaje de fase inorgánica y su composición química así como, diferenciarlas entre ellas^{15,16}. Sin embargo, se ha evidenciado en el trabajo forense diario, que es conveniente tener disponible la mayor cantidad de herramientas que permitan la obtención de una base de datos, con

las que pueda trabajar el equipo forense a partir de las evidencias disponibles. El tener acceso a metodologías simplificadas que no requieran soportes tecnológicos avanzados y de personal altamente capacitado, siempre representará una gran ventaja ante cualquier eventualidad, para lograr resultados confiables en el menor tiempo posible, en un proceso de identificación, en particular, en los casos de desastres masivos.

Por lo tanto, el propósito de esta investigación consiste en contribuir al diseño y desarrollo de proyectos, protocolos de actuación, tablas de estimación de temperaturas y ecuaciones de regresión de manera que, estas herramientas permitan obtener información acerca del tipo de resina que estaba presente en una restauración, a cuál temperatura estuvo expuesto el cuerpo y durante cuánto tiempo estuvo bajo el efecto del calor, adquiriendo así mayor importancia como evidencia para la obtención de datos útiles en el proceso de identificación.

Propuestas metodológicas para el estudio de las resinas compuestas sometidas a elevadas temperaturas.

• Estabilización de las muestras.

Durante los primeros momentos de exposición a las altas temperaturas, los dientes son protegidos por los carrillos y la lengua. A medida que el fuego comienza a afectar los tejidos blandos, se produce un endurecimiento y la contracción de estas estructuras, lo que origina la exposición de los dientes, en especial los anteriores con la afectación del esmalte y la dentina de las caras vestibulares, cuyo grado dependerá del tipo de fuego, tiempo de exposición, temperatura alcanzada y la presencia de acelerantes.¹ Ante esta situación las estructuras dentales y óseas se tornan frágiles y es recomendable la estabilización de ellas para su manipulación.^{1,4} Es por ello que se han utilizado varios materiales para lograr este objetivo, como son, fijador para cabello, esmalte de uñas⁴, pegamento en spray¹⁷, cemento epóxico y resina acrílica, siendo el cienoacrilato el más utilizado. ¹⁸ Este material ha sido empleado por los investigadores en el Área de Odontología Forense del Instituto de Investigaciones (IIFO)

de la Facultad de Odontología de LUZ (FACOLUZ), debido a las ventajas que ofrece, como son su bajo costo, disponibilidad, fraguado rápido y compatibilidad con el metacrilato de las resinas compuestas.

- **Estudio colorimétrico.**

Se ha evaluado la estabilidad del color en las resinas compuestas, a través de estudios espectrofotométricos¹⁹, el color de los materiales empleados en restauraciones ceramometálicas²⁰, en el vidrio-ionomérico modificado con resinas²¹, la influencia del pH y el tiempo de degradación de las resinas compuestas²², así como la estabilidad de las mismas ante el envejecimiento²³, el consumo de diferentes bebidas y la relación del color con su composición química.²⁴ Además de la importancia clínica de evaluar el comportamiento “in vivo” de las resinas compuestas, incluyendo las alteraciones en el color, los cambios estructurales en los materiales de restauración, deben llevarse a cabo y profundizar en la Odontología Forense para continuar con la generación de datos útiles en el proceso de indentificación.¹⁰⁻¹²

En este sentido, De las Heras y col. ²⁵, estudiaron el color de las estructuras dentarias, con el fin de calcular el intervalo postmortem entre grupos de dientes pertenecientes a cuerpos descompuestos y otros no, a través del uso de un espectroradiómetro. Ferreira y col.⁶, evaluaron los cambios externos e internos en dientes jóvenes y adultos, sometidos a la acción de altas temperaturas, mediante el análisis de la imagen real convertida en el sistema CMYK y descompuesta en los canales que la conforman, cuantificando los valores de cada una de ellos.

El sistema CMYK (Cian, Magenta, Yellow, Key) es un modelo de imágenes basado en la calidad de absorción de la luz en hojas impresas y permite analizar el color, a través de la obtención de los valores de los píxeles que conforman la imagen. En base a una hoja blanca sobre la cual se imprime la imagen, se utilizan los tres colores primarios de tinta para crear otros. En teoría, estos tres colores deberían combinarse y absorber toda la luz para formar el negro, sin embargo, en impresiones con tinta se obtiene un co-

lor marrón debido a la presencia de impurezas de los pigmentos que al mezclarse no permiten obtener un negro puro y por ello, para impresiones se necesita tinta negra.²⁷ En el caso de la observación y análisis del color de estructuras dentarias y resinas compuestas, en el Área de Odontología Forense se ha venido utilizando el sistema CMYK sobre el modelo RGB. Éste último descompone los canales del color en rojo, verde y azul, donde el canal amarillo queda incluido en el verde y por lo tanto, su estudio cuantitativo no se ve representado de forma particular en el valor del mismo, mientras que en el sistema CMYK, el canal amarillo se expresa en un valor individual.

Nuestro grupo de investigación ha obtenido imágenes empleando la lupa digital, que a través de diferentes herramientas informáticas como ImageJ o Adobe Photoshop fueron convertidas al sistema CMYK, con el objeto de evaluar la intensidad de los canales que componen la imagen real y medir la luminosidad de cada píxel en un rango de 0 a 255. Los píxeles con un valor cercano a cero están saturados, siendo el valor 0 equivalente a negro absoluto y aquellos valores ubicados hacia el 255 menos saturados, siendo el 255, indicativo del blanco absoluto. De esta forma, es posible obtener resultados cuantitativos para cada uno de los canales de color que conforman la imagen real de un espécimen de resina, con la finalidad de relacionar el nivel de saturación de estos canales con la temperatura a la cual estuvieron expuestos y servir de referencia para la comparación futura de registros postmortem, de cuerpos encontrados bajo condiciones donde se recuperen restos o fragmentos de restauraciones confeccionadas con resinas compuestas.

- **Observación al Microscopio Óptico (MO).**

En la identificación forense es importante conocer las características físicas e histológicas de las estructuras dentarias, sometidas a la acción de las altas temperaturas. Los hallazgos de los daños estructurales hacen posible obtener pistas en las investigaciones que involucren la exposición al efecto del fuego, especialmente cuando la única evidencia remanente es de

Ciencia Odontológica

Vol. 14 N° 1 (Enero-Julio 2017), pp. 25-34

tipo dental.²⁸ Ferreira y col. 26, en el Área de Odontología Forense del IIFO de LUZ han desarrollado protocolos para la manipulación, preparación y observación de los diente y resinas compuestas sometidas al incremento controlado de la temperaturas, a partir de los cuales se propone la siguiente metodología:

a) Inclusión. Los especímenes dentales o de resinas compuestas deben ser incluidos en polimetilmetacrilato de la siguiente manera: se coloca primero una delgada capa del material en el fondo del molde de silicona, sumergirlo en agua en una olla de presión y dejar polimerizar a una presión de 15 psi, a temperatura ambiente durante 45 min aproximadamente, con la finalidad de confeccionar una base sobre la cual se colocará la muestra y, la cual debe ser estabilizada con el uso de cianocrilato, para evitar la fragmentación o desplazamiento de la misma.

Posteriormente, se procede a recubrir con una nueva mezcla de polimetilmetacrilato hasta llenar el molde y esperar su completa polimerización, bajo los mismos parámetros de presión, humedad, tiempo y temperatura aplicados para la confección de la base.

b) Obtención de secciones finas y montaje. El bloque con los especímenes incluidos en polimetilmetacrilato es desgastado mediante el uso de papel abrasivo con granos de diferente tamaño, comenzando desde el grano más grueso al más fino, hasta obtener un espesor de 100 μm aproximadamente, con el fin de montar la preparación en láminas portaobjeto, empleando un medio de montaje sintético en estado líquido.

c) Limpieza. Las láminas con sus muestras montadas, deben ser limpiadas para eliminar restos de polvo, abrasivos y otros contaminantes, empleando un limpiador ultrasónico.

d) Tinción. Mediante pruebas preliminares con otros métodos de coloración para observar estructuras dentarias al MO, se pudo determinar que para la observación de muestras de resinas compuestas, se obtuvieron buenos resultados con la tinción de las mismas empleando el reactivo de Schiff, mediante el siguiente protocolo: después de la limpieza de las

muestras, éstas deben ser lavadas con agua destilada por 15 segundos, colocar sobre ellas una gota del reactivo de Schiff y dejar actuar por 15 minutos, a una temperatura ambiente entre 18 a 26 °C. Luego lavar por cinco minutos continuos con agua corriente del grifo. Posteriormente, colocar el cubre objeto empleando el mismo medio de montaje empleado en el paso b, para lograr la protección del corte. Luego, dejar secar en una estufa durante 5 minutos a una temperatura de 80 °C, para obtener un secado homogéneo.

e) Observación al Microscopio Óptico. En la mayoría de los laboratorios forenses se dispone de un microscopio óptico. Con una adecuada preparación de los especímenes y observándolos con el objetivo de inmersión, es posible clasificar las resinas compuestas en el grupo al cual pertenecen, considerando la organización estructural, que incluye el tamaño y la disposición de las partículas inorgánicas dispersas en el interior de la matriz orgánica, así como describir las fallas o fracturas en el material, provocadas por el efecto de las altas temperaturas.

• Observación al Microscopio Electrónico de Barrido de Tecnología Ambiental (MEBA).

Se han realizado estudios empleando el MEB con el fin de evaluar los cambios de las estructuras dentales, que han estado expuestas a altas temperaturas. Así mismo, se han descrito, los daños estructurales en materiales de uso odontológico como las coronas metal-cerámicas, resinas compuestas, vidrio ionomérico y amalgama sometidos a diferentes temperaturas. Estos cambios son característicos de la naturaleza química y física de cada material.¹⁴⁻¹⁶ En el caso del Microscopio Electrónico de Transmisión (MET) la muestra debe ser fijada cuidadosamente, obtener secciones ultrafinas no mayores a 20nm de espesor, cuando se desea obtener una ultra resolución para el estudio del material²⁹, sin embargo, es difícil lograr tal espesor en muestras que han experimentado el efecto de altas temperaturas.

Una variante del MEB es el Microscopio Electrónico de Barrido de Tecnología Ambiental, el cual ha sido utilizado para evaluar materiales como polvo,

sucio, tierra o líquidos en suspensión.

El objetivo principal del uso de este microscopio consiste en reconocer, examinar, documentar y comparar la naturaleza y la extensión del material encontrado y, su interacción con los diferentes ambientes y /o la relación individuo y ambiente. En algunos casos de investigaciones forenses, las muestras de tierra han ayudado a relacionar la localización del cuerpo con la escena del crimen.³⁰ El MEBA tiene las siguientes ventajas sobre el MEB convencional: a) se pueden observar muestras húmedas, sucias y aceitosas, puesto que los contaminantes no dañan o degradan la calidad de la imagen, b) pueden observarse muestras hasta 1500 °C, porque los detectores secundarios no son sensibles al calor y c) no es necesario deshidratar las muestras, ni recubrirlas con materiales conductivos que afectarían la visualización de los detalles, ocasionando daño al espécimen y por lo tanto, es posible observar muestras que involucren procesos dinámicos³¹, todo lo cual permite un procesamiento más rápido y económico.

Ante lo recientemente expuesto, se propone aquí el uso del MEBA para la descripción del comportamiento de las resinas compuestas sometidas a la acción de altas temperaturas, donde se pueden evaluar cuatro variables, a saber: tamaño de las partículas inorgánicas, el cual es una de las principales características del material, que le permite clasificarlas según su estructura e incluso fundamentalmente para su indicación y manipulación clínica; cantidad de partículas por área, esta variable se puede utilizar para comparar la carga del material a nivel ultraestructural antes y después de ser sometido a las altas temperaturas, y lograr determinar a qué temperatura estuvo expuesto el cuerpo, así como el tiempo de exposición del mismo; la distancia entre partículas inorgánicas, la cual expresa la pérdida de la fase orgánica de la resina y por lo tanto la contracción de la misma la podría ser medida con análisis específicos y las herramientas adecuadas y la cantidad de fallas estructurales solamente observadas después de la combustión de la matriz orgánica del mismo y que podrían correla-

cionarse con la fragilidad del material, proporcional a la temperatura expuesta. En todos los casos mencionados se necesita una alta magnificación para poder tener una imagen de la ultraestructura que pueda ser sujeta a análisis cuantitativo que arroje resultados para comparaciones estadísticas confiables.

Resultados.

En el presente estudio se reportan procedimientos y técnicas diseñados para la recolección, preparación y análisis de muestras, destinadas al estudio "in vitro" de las resinas compuestas empleadas en la actualidad, para evaluar y comparar datos mesurables, en relación a su comportamiento estructural ante factores físicos, como la acción del calor. Con estas metodologías pueden describirse características macroscópicas como el color, hallazgos microscópicos y analizar detalles ultramicroscópicos de las fases orgánica e inorgánica de las resinas, a través de una serie de valores, variables e indicadores, que pueden alimentar una base de datos a emplear en el proceso de identificación, especialmente en casos de desastres masivos.

Discusión.

En la ciencia forense se ha evaluado el comportamiento de los dientes sometidos a altas temperaturas desde el punto de vista histológico.^{26,28} Los estudios que se han realizado sobre los cambios en las restauraciones ante la acción del fuego, evalúan en general cambios macroscópicos propios del material, como fracturas y variaciones en el color, a través de indicadores cualitativos y, también describen las características del mismo en relación con la estructura dentaria vistas al MO, como la pérdida del sellado marginal o desalajo de la restauración^{10,11,13} Sin embargo, faltan estudios cuantitativos del color en resinas compuestas sometidas a altas temperaturas, que sirvan de parámetros para otras investigaciones, como son:

a) hacer análisis cuantitativos del color en las resinas compuestas y relacionar estos valores con los hallaz-

gos descritos en análisis macroscópicos, b) obtener valores que permitan realizar análisis estadísticos para expresar resultados confiables c) crear una base de datos útil en la comparación con otros tipos de resinas compuestas, ubicadas por zona geográfica y, d) destacar el valor de las restauraciones de resinas compuestas como evidencias, en investigaciones forenses, en particular, en casos de desastres masivos.

Por otro lado, el MO a pesar de ser una herramienta accesible y económica en los laboratorios forenses, son pocos los estudios que lo utilizan para facilitar la identificación de materiales de obturación, los cuales sin una tinción adecuada, son transparentes en su mayoría cuando se observan al MO. En este sentido, se sabe que es difícil la preparación de una muestra sometida a altas temperaturas para poder ser observada al MO y por lo tanto, se debe realizar una selección adecuada del material de inclusión, preferiblemente compatible con o de una dureza similar al espécimen a analizar³², como es el caso del polimetilmetacrilato. Este material tiene compatibilidad tanto química como física con las resinas compuestas de uso odontológico, de tal manera que, se logra un corte fino, preciso y pulido para permitir la tinción de las estructuras a observar, que de otra forma pasarían imperceptibles.

Además, se recomienda el uso del reactivo de Schiff, ya que en nuestra experiencia este compuesto químico, permitió distinguir la fase orgánica de la inorgánica en las resinas compuestas, debido a su afinidad por los grupos aldehídos presentes en estos materiales^{33,34} y, dependiendo de la temperatura a la que han estado expuestos pueden existir variaciones en la intensidad de la tinción. Por lo tanto, el reactivo de Schiff puede ser empleado para poner en evidencia la proporción de matriz orgánica contenida en la muestra y como indicador del grado de combustión experimentado por la misma.

Se han llevado a cabo análisis al MEB donde se identifican algunos materiales de restauración, basándose fundamentalmente en su composición química, pero que no evalúan la ultraestructura de dichos ma-

teriales después de la acción de temperaturas elevadas. Una de las ventajas de esta tecnología consiste en el alto poder de magnificación que posee este instrumento; además ofrece imágenes con gran cantidad de información sobre todo en el caso del estudio de los materiales, así como la posibilidad de observar muestras de gran tamaño, al compararlas con la preparación de muestras que requiere el Microscopio Electrónico de Transmisión. Asimismo, los datos que se obtienen a partir de las imágenes del MEB, en conjunto con otras herramientas informáticas, como ImageJ e ImageTool, permiten lograr resultados mensurables para ser analizados estadísticamente y proporcionar aportes confiables para la investigación forense.

Cuando es necesaria la construcción de un perfil dental reconstructivo postmortem, éste comprende considerar aspectos como, la edad cronológica, antecedentes, estatus socioeconómico, ocupación, hábitos alimenticios, así como enfermedades sistémicas y/o dentales.^{35,36} No existe un número mínimo de puntos coincidentes o hallazgos específicos necesarios, para lograr una identificación positiva. En muchos casos un solo diente puede ser utilizado para determinar la identidad de un cuerpo, si este contiene características especiales o únicas.³⁶ En los casos de duda razonable en relación a la identidad de un cadáver resultante de un desastre masivo, cualquier dato, evidencia, estructura o partícula que pueda permitir la identificación del cuerpo, es de suma importancia cuando se tienen las herramientas apropiadas para el análisis de esa evidencia.

Conclusiones.

Luego de analizar los planteamientos y experiencias de laboratorio aquí expuestas, en relación a la manipulación y procesamiento de muestras de resinas compuestas que han sido expuestas al incremento controlado de la temperatura, se puede concluir que:

- 1.- Es posible realizar estudios in vitro donde se analice el color de las resinas compuestas utilizadas actualmente en el consultorio odontológico, aún habiendo sido sometidas a la acción de altas temperatu-

ras y que arrojen resultados cuantitativos, empleando programas informáticos de análisis de imágenes como ImageJ e ImageTool. Estas herramientas informáticas permiten descomponer la imagen en los canales de color y cuantificar cualquier variación al comparar estos resultados con los obtenidos en los materiales que han estado bajo condiciones normales

2.- En el presente estudio se propone el uso de procedimientos para la inclusión, obtención de cortes, limpieza y tinción de especímenes de resinas compuestas dentales. Asimismo el reactivo de Schiff demostró que puede actuar como colorante idóneo para la observación al Microscopio Óptico de preparaciones de resinas compuestas.

3.- Cuando las imágenes obtenidas con el Microscopio Electrónico de Barrido de Tecnología Ambiental son analizadas mediante herramientas informáticas como ImageJ e ImageTool es posible lograr obtener información válida y confiable acerca de las características estructurales de las resinas compuestas así como de los cambios que las mismas experimentan ante el efecto de las altas temperaturas. En este trabajo se analizaron las variables tamaño de partículas inorgánicas, distancia entre partículas, número de partículas presentes en cada área estudiada y la cantidad de fallas estructurales. Los cambios observados estu-

vieron relacionados directamente con el tipo de resina y la temperatura a la cual fueron expuestas.

4.- En este estudio se describen y analizan procedimientos que pueden contribuir en la identificación en los casos de numerosas víctimas debido al alto grado de destrucción provocado por las altas temperaturas, todo lo cual dificulta el proceso de identificación médico-forense, donde cualquier evidencia encontrada por más pequeña que sea contribuye a orientar la investigación.

Finalmente, se recomienda el desarrollo de técnicas semejantes a las aquí propuestas para la evaluación de otros biomateriales odontológicos como el vidrio ionomérico, los compómeros, y las resinas acrílicas, de manera que proporcionen información valiosa como evidencia para la Odontología Forense.

Agradecimiento.

Los autores agradecen al Instituto Zuliano de Investigaciones Tecnológicas (INZIT) por su valiosa colaboración para las observaciones realizadas en el Microscopio Electrónico de Barrido de Tecnología Ambiental, perteneciente a dicha institución. Al Med. Cir., Fernando Alonso Barrios, Especialista en Anatomía Patológica y Bioestadística Aplicada a la Investigación, por su apoyo en la presente investigación.

Referencias

1. Vijay G, Augustine J, Urs A. "Forensic consideration when dealing with incinerated human dental remains". *J Forensic Leg Med.* 2014;29:13-17.
2. Pope E, O'Brian C. "Identification of traumatic injury in burned cranial bone: an experimental approach". *Journal of Forensic Science.* 2004;49(3):1- 10.
3. Sandholzer M, Baron K, Heimel P, Metscher B. "Volume analysis of heat-induced cracks in human molars: A preliminary study". *J Forensic Dent Sci.* 2014;6(2):139-144.
4. Delattre V. "Burned beyond recognition: Systematic approach to the dental identification of charred human remains". *J Forensic Sci.* 2000;43(3):589-596.
5. Robinson F, Rueggeberg F and Lockwood P. "Thermal stability of direct dental esthetic restorative materials at elevated temperature". *J Forensic Sci.* 1998;43(6):1163-1167.
6. Zimmerli B, Strub M, Jeager F, Stadler O, Luissia A. "Composite materials: composition, properties and clinical applications. A literature Review". *Schweiz Monatsschr Zahnmed.* 2011;20:972-979.

Ciencia Odontológica

Vol. 14 N° 1 (Enero-Julio 2017), pp. 25-34

7. Ferracane J. "Resin Composite-State of art". Dent Mater. 2010; 27:29-38.
8. Rodriguez D, Pereira N. "Evolución y tendencias actuales en resinas compuestas". Acta Odontológica Venezolana. 2008;46(3):1- 19.
9. Bush M, Miller R, Prutsman J, Bush P. "Identification through X-Ray fluorescence analysis of dental restorative resins materials: A comprehensive study of noncremated, cremated and processed-cremated individuals". J Forensic Sci. 2009;52(1):157-165.
10. Moreno S, León M, Marín L, Moreno F. "Comportamiento in vitro de los tejidos dentales y de algunos materiales de obturación dental sometidos a altas temperaturas con fines forense". Colomb Med. 2008;39(1): 28-46.
11. Merlati G, Danesio P, Savio C, Fassina G, Osculati A, Menghim P. "Observation on dental prostheses and restorations subjected to high temperatures: Experimental studies to aid identification processes". J forensic Odontostomatol. 2002;2:17-24.
12. Merlati G, Savio C, Danesio P, Fassina G, Menghini P. "Further study of restored and un-restored teeth subjected to high temperatures". J Forensic Odontostomatol. 2004;22(2):1-5.
13. Kalpana P, Rajkumar P, Sangeeta W. "Effects of high temperature on different restorations in forensic identification: Dental samples in mandible". JFDS. 2010;1:37-43
14. Chetan A P, Suchitra R. "Scanning electron microscopic analysis of incinerated teeth: An aid to forensic identification". JOMFP. 2014;18(1):32-35.
15. Bush M, Miller R, Norrlander A, Bush P. "Analytical survey of restorative resins by SEM/EDS and XRF: Database for forensic purpose". J Forensic Sci. 2007;53(2):1-7.
16. Bush M, Bush P, Miller R. "Detection and classification of composite resins in incinerated teeth for forensic purpose". J Forensic Sci. 2006;51(3):636-642.
17. Berketa J, Fauzi A, James H, Lake A, Laglois N. "The utilization of a commercial gloss spray in stabilization of incinerated dental structures". J Forensic and Legal Medicine. 2015; 33: 76-79.
18. Mincer H, Berryman H, Murray A, Dickens R. "Methods for physical stabilization of ashed teeth in incinerated remains". J Forensic Sci. 1990; 35(4): 971-974.
19. Nunes C, Farias A, Rao T, Rai S. "A dental spectroscopy study to evaluate the effects of health drinks on the color stability of anterior restorative materials: An in vitro study". URJD. 2015; 2(3):97-102.
20. Kourtes S, Tripodakis A, Doukoudakis A. "Spectrophotometric evaluation of the optical influence of different metal alloys and porcelains in the metal -ceramic complex". J Prosthet Dent. 2004; 92(5):477-485.
21. Cefaly D, Seabra B, Tapety C, Taga E, Valera F, Navarro M. "Effectiveness of the surface protection of resin modified glass ionomer cements evaluated spectrophotometrically". Oper Dent. 2001; 26(4): 401-405.
22. Ortegren U, Langer S, Lundgren T. "Influence of pH and time on organic substance release from a model dental composite: a fluorescence spectrophotometry and gas chromatography/mass spectrometry analysis". Eur J Oral Sci. 2004; 112(6): 530-537.
23. Aguilar F, Roberti L, Rodriguez D, Silva A, Panzeri F. "Color and opacity of composites protected with surface sealants and submitted to artificial accelerated aging". Eur J Dent. 2012;6:24-33.
24. Manojlovic D, Lenhasdt L, Milicevic B, Antonov M, Miletic V, Dramicanin D. "Evaluation of staining-dependent colour changes in resin composite using principal component analysis". Scientific Reports. 2015;5:1-8.
25. Martin-de las Heras S, Valenzuela A, Bellini R, Salas C, Rubiño M, Garcia J. "Objective measurement of dental color for age estimation by spectroradiometry". Forensic Sci Int. 2003;132:57-62.
26. Ferreira JL, Espina A, Ortega A. "Methods for the analysis of hard dental tissues exposed to high temperature"

ras. A preliminary study". *Forensic Sci Int.* 2008;178(2):119-124.

27. Yam K, Papadakis S. "A simple digital imaging method for measuring and analyzing color of food surfaces". *Journal of food engineering*; 61:137-142.

28. Myers S, Williams J, Hodges J. "Effects of extreme heat on teeth with implications for histologic processing". *J Forensic Sci.* 1999; 44: 805-809.

29. FEI Catalogue. "An introduction to electron microscopy". FEI Company. 2010.

30. Millette J, Brown R, Hill W. "Using enviromental forensic microscopy in exposure science." *J Expo SciEnvironEpidemiolo.* 2008;(18):20-30.

31. Kimeng K, Meissel M. Short overview about the ESEM. *Enviromental scanning electron microscope.* 2001;1-13.

32. Leng Y. "Materials characterization: introduction to microscopic and spectroscopic methods". Second Edition. Wiley-VCH Verlag GmbH & Co. 2013.

33. Peggy W. "A most bodacious stain". *Mikro-graf.* 2014;43(2):59-62.

34. Denis A, Guzzi P, Amaro V, Pereira J, Cilli R, Prakkia. "Properties of experimental resins based on synthesized propoxylatedbis_GMA with different propionaldehyde ratios". *Materials Research.* 2012; 15(3):397-402.

35. Sweet D. "Why a dentist for identification?". *Forensic Odontology.* 2001;45(2): 237-251.

36. Pretty I, Sweet D. "A look at forensic dentistry. Part 1: The role of teeth in the determination of human identity". *BritDent J.* 2001;190:359-366.



**UNIVERSIDAD
DEL ZULIA**

Ciencia Odontológica

Vol. 14 N° 1 (Enero-Julio 2017), Pág. 32-33

ISSN 1317-8245 / Depósito legal pp 200402ZU1595



Esta Revista Digital fué publicada en Julio 2017

Derechos Reservados ©2017