

Determinación del patrón de grabado con láser y ácido ortofosfórico al 37% sobre el esmalte dental*

Determination of the pattern etching with laser and 37% orthophosphoric acid on the dental enamel

Resumen

ANTECEDENTES: El láser Erbio:YAG produce un efecto de grabado en esmalte sin requerir el uso de un agente químico; se desconoce el patrón de grabado que genera sobre la superficie dental. OBJETIVO: Identificar si existen diferencias entre los patrones de grabado producidos con láser Erbio:YAG y/o con ácido ortofosfórico al 37%, por medio de microscopía electrónica, para determinar si el grabado producido con láser requiere del uso de un agente químico o no. MÉTODOS: para este estudio experimental *in vitro*, se utilizaron 3 dientes en una fase prepiloto (estandarización) y una muestra de 15 dientes para el estudio piloto. Los 18 dientes se asignaron a 3 grupos, los cuales fueron sometidos a grabado con láser, ácido ortofosfórico al 37% y láser combinado con ácido, siguiendo las indicaciones de los fabricantes. Criterios de inclusión: premolares posexodoncia y caries poco extensas. Criterios de exclusión: personas que estuvieran en desacuerdo con el consentimiento informado. Mediante la prueba del Chi cuadrado fue probada la hipótesis de investigación. RESULTADOS: en el grupo de láser Er:YAG se observó un patrón de grabado con características similares al tipo I; el grupo de ácido ortofosfórico al 37% presentó una mayor frecuencia de patrón tipo II y en el grupo láser Er:YAG, ácido ortofosfórico al 37% se observó un patrón tipo I. CONCLUSIONES: el láser Er:YAG logra un patrón de grabado similar al tipo I, y requiere del uso de un agente químico como el ácido ortofosfórico al 37%, para crear una disolución completa del núcleo prismático.

Palabras clave: Láser Er:YAG; ácido ortofosfórico al 37%, patrón de grabado, esmalte dental, operatoria dental.

Abstract

BACKGROUNDS: erbium YAG laser: produces an effect of enamel etching without using a chemical agent; the etching pattern on dental surface is unknown. OBJECTIVE: to identify if there is any difference between the etching pattern produced with Erbium YAG laser and/or with 37% orthophosphoric acid, through electron microscopy, to establish if the etching, produced with laser, requires or not the use of a chemical agent. METHODS: it was an experimental research through an *in vitro* study. 3 samples for a prepilot study (standardize) and a sample of 15 teeth for the pilot study were used. The 18 teeth were assigned to three groups, which were etched with laser, 37% orthophosphoric acid, and laser mixed with acid, following manufacturers' instructions. Inclusion criteria: premolar post exodontia and not very wide tooth cavity. Exclusion criteria: people disagree with the informed consent. Research hypothesis was approved applying the Chi Square test. RESULTS: in the group of Erbium YAG laser the etching pattern had characteristics similar to type I; in the group of 37% orthophosphoric acid had higher frequency on pattern type II; and in the group of Erbium YAG laser plus 37% orthophosphoric acid had a pattern type I. CONCLUSIONS: erbium YAG laser has an etching pattern similar to type I and requires a chemical agent such as 37% orthophosphoric acid to create a complete dissolution of the prismatic nucleus.

Key words: Erbium YAG laser, 37% orthophosphoric acid, etching pattern, dental enamel, operative dentistry.

- Luz Mireya Daza Pulido
Odontóloga, Pontificia Universidad Javeriana. Bogotá, D. C., Colombia.
luzeyita@hotmail.com
- Laura Rocío Sarmiento Bejarano
Odontóloga, Pontificia Universidad Javeriana. Bogotá, D. C., Colombia.
laurita_sarmi@terra.com.co
- Edgar Humberto Güiza Cristancho
Odontólogo, rehabilitador oral, profesor asistente, Pontificia Universidad Javeriana. Bogotá, D. C., Colombia. Director del trabajo.
güiza2000@yahoo.com

Fecha de aprobación:
25 de noviembre de 2003.

Aprobado para publicación:
junio de 2005

* Artículo correspondiente al trabajo de grado para optar al título de odontólogo general.

Introducción

Cuando existe una lesión sobre la superficie del esmalte dental es necesario reemplazar el tejido perdido a través de un material restaurador con el fin de devolver al diente la función y la estructura perdida. Para ello se hace necesario que el esmalte dental sea grabado mediante agentes como el ácido ortofosfórico al 37% y el láser al realizar la preparación cavitaria que aportan una superficie apta y adecuada para la adhesión.

La palabra láser es una sigla que responde a los vocablos ingleses “Light amplification by stimulated emission of radiation”, o sea, “Luz amplificada por emisión estimulada de radiación” (A. Einstein, 1917) a través del cual se obtiene una luz con propiedades específicas, muy diferente a la luz ordinaria y con un alto grado de concentración energética.^{1,2} Asimismo, el láser se encuentra compuesto de tres componentes básicos: una fuente de energía, la cual puede ser de distintos tipos, (eléctrica, lumínica, química, térmica, nuclear o por radiaciones ionizantes), un medio activo, el cual puede presentarse como sólido, líquido o gaseoso y una cavidad resonante, que se encuentra constituida por dos espejos diseñados de acuerdo con la radiación que se espera obtener del sistema láser.¹

A partir de 1960 han sido investigados diferentes tipos de láser tales como el láser de Rubí, Neodimio:YAG (Itrio, Aluminio y Granate) y el de Erblio:YAG (Itrio, Aluminio y Granate), para el uso de tejidos duros. Sin embargo, las irradiaciones de dichos láseres han mostrado una habilidad insuficiente en el corte dental de tejidos duros, ya que requieren altas densidades de energía para vaporizar dentina y esmalte, y por tanto, ocasionan grietas en dichos tejidos y un posterior daño pulpar.³ Aún así, con el desarrollo de nuevos láseres tales como el Er:YAG, que recibe este nombre porque posee un cristal sintético formado por un granate (G = granate, nombre genérico de los

sólidos cristalizados en el sistema cúbico), itrio (Y = itrio) y aluminio (A = aluminio), contaminado por erbio (Er = erbio)⁴, se permite remover esmalte y dentina más eficientemente, disminuyendo la probabilidad de ocasionar daños pulpares. Son útiles en la preparación de cavidades, y disminuyen el uso de soluciones anestésicas locales en la práctica odontológica.^{3,5}

El láser Er:YAG es un sistema muy prometedor porque la emisión de su longitud de onda coincide con la mayor absorción del agua, de todos los tejidos biológicos, incluyendo esmalte y dentina. Esta emisión de energía es bien absorbida por la hidroxiapatita y se ha comprobado que remueve

el tejido dental duro más efectivamente que otros sistemas láser.⁶

El uso de este láser modifica el esmalte dental y mejora la adhesión de las restauraciones al lograr una superficie microscópicamente rugosa como consecuencia de la ablación ocasionada mediante microexplosiones, que hace de este tipo de láser una buena opción para el uso de sistemas adhesivos.⁷

Diversos investigadores se han interesado en la creación de nuevas técnicas para la colocación de materiales restauradores. Buonocore, en 1955 propuso que los ácidos podrían ser usados para alterar la superficie del esmalte, haciéndola más receptiva para la adhesión. Posteriormente, Silverstone describió los tres patrones de grabado ácido en esmalte,⁸ siendo el patrón tipo I un efecto desmineralizante con remoción de sales de calcio que se efectúa primordialmente en el centro de cada varilla, dejando la periferia intacta. Existe también un patrón tipo II, en donde el efecto ácido tiene predilección en los contornos de la varilla adamantina y disolución de la periferia; asimismo un patrón III con un efecto combinado de los dos descritos anteriormente, donde no hay evidencia de la estructura prismática. Determinó que el ideal es el tipo I que disuelve

El uso de este láser modifica el esmalte dental y mejora la adhesión de las restauraciones al lograr una superficie microscópicamente rugosa como consecuencia de la ablación ocasionada mediante microexplosiones, que hace de este tipo de láser una buena opción para el uso de sistemas adhesivos.

el centro del prisma para facilitar la penetración del adhesivo y proporciona características retentivas ideales para las restauraciones dentales.

De acuerdo con los trabajos de Silverstone, una solución de ácido ortofosfórico al 30% aplicada sobre el esmalte por 60 segundos produce una pérdida superficial de 10 μm y penetra hasta una profundidad de 20 ó hasta 50 μm .¹⁰ Convencionalmente, en la práctica odontológica ha sido utilizado el ácido ortofosfórico al 37% como un agente de grabado óptimo, ya que incrementa el área de superficie del esmalte y produce una especie de degradación, llegando a crear micro porosidades.

Esta investigación compara las diferencias que se producen en el grabado del esmalte dental al realizar una preparación cavitaria con láser y con ácido ortofosfórico al 37%, determina el patrón de grabado (I, II y III) que se obtiene con cada uno de ellos respectivamente; verifica cuál presenta un mejor grabado en el momento de realizar la preparación dental e identifica si el grabado que se produce con el láser requiere del uso del ácido ortofosfórico al 37%, con el fin de establecer una nueva estrategia en el grabado del esmalte.

Materiales y métodos

Se manejó un diseño experimental *in vitro*, prueba piloto. Se utilizaron 15 dientes y 3 para un prepiloto, sometidos a las respectivas técnicas de grabado para estandarizar la muestra por debajo de 2.0×10^{-4} milibares y se determinó usar una magnificación de 1500X.

La muestra total fueron 18 dientes (premolares posexodoncia reciente) distribuidos en 3 grupos de a 6 dientes cada uno. Criterios de inclusión: premolares posexodoncia reciente (máximo 2 días). Criterios de exclusión: no incluir dientes diferentes a premolares permanentes y no presentar caries extensas.

De igual forma, se tuvieron en cuenta las consideraciones ético-legales, por tanto, se realizó un consentimiento informado en donde los pacientes aceptaban donar sus dientes extraídos por moti-

vos ortodónticos para ser estudiados en esta investigación.

Procedimientos efectuados

1. Se realizó un estudio prepiloto con 3 dientes, cada uno de ellos sometidos a las respectivas técnicas de grabado; de esta forma se estandarizó la muestra por debajo de 2.0×10^{-4} milibares a alto vacío y se determinó la magnificación al microscopio electrónico que se emplearía, la cual fue de 1500X, para todos los dientes; posteriormente se realizó el pilotaje que aquí se reporta con las demás muestras, de la siguiente manera:
2. Se realizaron 3 grupos los cuales constaron de 5 dientes naturales permanentes (premolares posexodoncia reciente).
3. Una vez fueron recolectadas las muestras, se sumergieron en timol al 2% a 4°C en un período no mayor de 3 meses, antes de ser sometidos a las respectivas técnicas de grabado.
 - El primer grupo fue sometido a ácido ortofosfórico al 37% durante 15 segundos, y lavado por 30 segundos; en este grupo se realizó previamente una cavidad clase I con una fresa redonda de diamante #2 utilizando irrigación constante, con una profundidad de la cavidad correspondiente a la parte activa de dicha fresa con el fin de realizar un grabado únicamente a nivel de esmalte.
 - El segundo grupo fue sometido a una preparación cavitaria con láser durante un tiempo de 250 milisegundos, con una longitud de onda de 2940 nm, frecuencia de 6 Hz, energía de 600 mJ y una distancia de 15 mm.
 - El tercer grupo fue sometido a una combinación de las dos técnicas anteriores (láser más ácido ortofosfórico), con los mismos períodos de exposición en cada técnica.
4. Se le realizó un corte a nivel de los cuellos de los dientes, ya que sólo se iban a observar las coronas al microscopio electrónico.
5. Por necesitarse las muestras completamente secas, se selló la cámara pulpar de cada una de

las coronas con acrílico de autocurado que no elimina agua, además para evitar prolongar el tiempo del vacío, necesario para la lectura de las muestras.

6. A partir de este momento, los dientes fueron mantenidos en un desecador a 37°C completamente secos durante 1 día, con el fin de lograr unas imágenes más nítidas al microscopio electrónico.
7. Los dientes fueron transportados mediante pinzas algodoneras y en cajas de petri.
8. Se procedió al montaje y preparación de la muestra en un portamuestra de aluminio con una cinta de aluminio, para su fijación.
9. Se realizó la metalización de las muestras con oro, el cual funciona con un arco voltaico, que tiene un cátodo de oro, lo cual mejoró la lectura de las imágenes.
10. Se llevó a cabo el vaciamiento de la muestra y se ubicaron las zonas de los dientes que habían sido sometidas a las diferentes técnicas de grabado, con el fin de detectar el patrón de grabado obtenido con láser y el ácido ortofosfórico al 37% y su respectiva combinación para lo cual se tuvieron en cuenta los patrones de grabado propuestos por Silverstone.
 - Para la lectura de las muestras se utilizó el protocolo que utilizan los operarios de INGEOMINAS, establecido por la casa fabricante del microscopio electrónico empleado.

Antes de ser observadas las muestras de esmalte sometidas a las diferentes técnicas de grabado se realizó la observación mediante microscopía electrónica de los prismas del esmalte sin ser sometidos a ningún tipo de agente de grabado. Se apreciaron las cabezas, los núcleos y la periferia de los prismas (figura 1).

Es importante aclarar que en el manejo de las imágenes de microscopía electrónica, se realizó una nueva lectura con el fin de estandarizar la magnificación a 1500X para poder comparar los grupos. Esta situación llevó a contaminar la muestra.



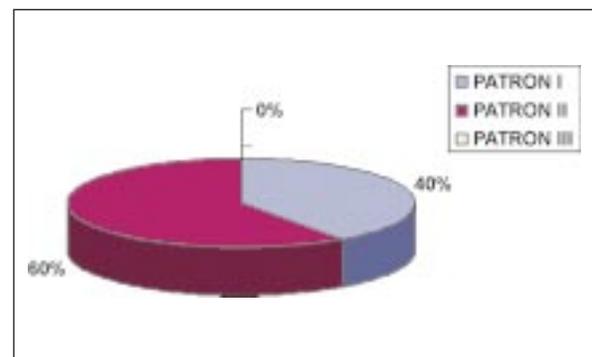
Figura 1. Esmalte intacto. (A) Núcleo del prisma. (B) Periferia del prisma.

Para el análisis de la información se empleó estadística no paramétrica por medio de la prueba del Chi cuadrado, debido a que las variables eran cualitativas. Las variables independientes fueron el ácido ortofosfórico al 37%, el láser Erbio:YAG y su combinación. Como variable dependiente se utilizó el tipo de grabado. El valor de significación fue 0.05.

Resultados

Técnica de grabado: ácido ortofosfórico al 37%

De las 5 muestras sometidas al grabado con ácido ortofosfórico al 37%, 3 (gráfica 1) mostraron un patrón de grabado tipo II (figura 3) por tener un efecto ácido sobre los contornos de la varilla adaman-tina, que disuelve la periferia y deja un núcleo intacto. Asimismo, se encontró en 2 de las muestras un patrón de grabado tipo I (figura 2), donde hubo disolución en el centro de la varilla y periferia intacta.



Gráfica 1. Ácido ortofosfórico al 37%



Figura 2. Grabado con ácido ortofosfórico al 37%. Patrón tipo I (A) Núcleo del prisma. (B) Periferia del prisma.

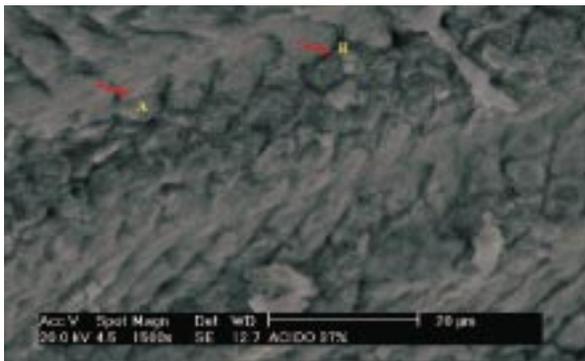
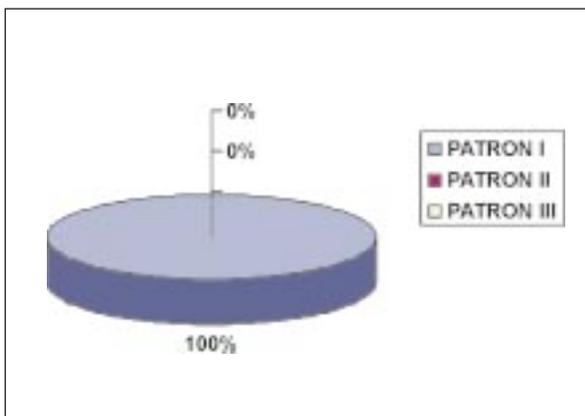


Figura 3. Grabado con ácido ortofosfórico al 37%. Patrón tipo II (A) Núcleo del prisma. (B) Periferia del prisma.

Técnica de grabado: láser Erbio:YAG

De las 5 muestras sometidas a láser Erbio:YAG todas (gráfica 2) mostraron características microscópicas similares a un patrón de grabado tipo I (figura 4), en donde se observaron microporosidades generalizadas sin disolución completa del centro del prisma y periferia intacta.



Gráfica 2. Laser Er: YAG

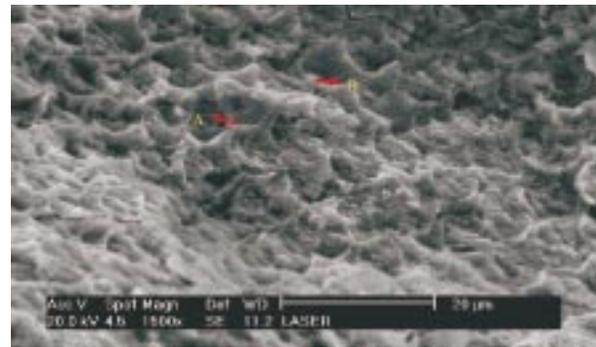
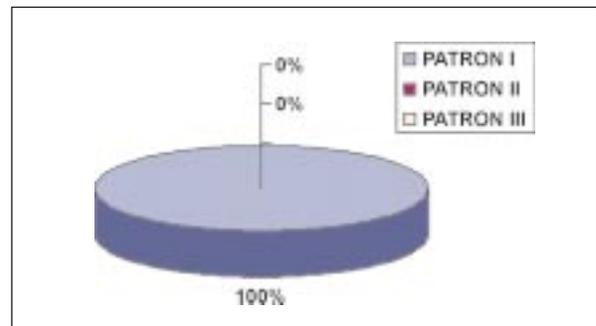


Figura 4. Grabado con láser Er:YAG. Patrón tipo I (A) Núcleo del prisma. (B) Periferia del prisma.

Técnica de grabado: láser Erbio:YAG más ácido ortofosfórico al 37%

De las 5 muestras sometidas a láser Er:YAG más ácido ortofosfórico al 37%, todas (gráfica 3) mostraron características microscópicas de patrón de grabado tipo I (figura 5), en donde se observaron microporosidades más profundas que las obtenidas con sólo láser. Hubo disolución completa del centro del prisma mientras que la periferia se mostró intacta.



Gráfica 3. Laser Er: YAG más ácido ortofosfórico al 37%



Figura 5. Grabado con láser Er:YAG más ácido ortofosfórico al 37%. Patrón tipo I (A) Núcleo del prisma. (B) Periferia del prisma.

Con cada uno de los agentes de grabado utilizados en el estudio, se empleó un rango de magnificación de 1500X, medida de acercamiento que permitía observar y comparar con precisión en el microscopio electrónico los diferentes patrones de grabado sobre la superficie del esmalte dental.

Microfracturas

Es importante recalcar que al realizar la prueba y al someter las muestras al láser y a láser más ácido ortofosfórico al 37%, se observaron microfracturas sobre la superficie del esmalte dental (figura 6).



Figura 6. Microfracturas (A) (cracks) obtenidos con láser Er:YAG más ácido ortofosfórico al 37%.

Para poder observar estas microfracturas se empleó un rango de magnificación de 1500X que permitió observar y comparar con precisión en el microscopio electrónico las microfracturas formadas sobre la superficie del esmalte dental.

De acuerdo a la prueba de Hipótesis realizada con el respectivo cruce de variables (técnica de grabado y patrón de grabado), se encontraron diferencias significativas en los tres grupos analizados, tanto microscópicas como a nivel estadístico; con un nivel de significación menor a 0.05 y con un valor calculado de 7.5.

Discusión

Láser Erbio:YAG

El láser Erbio:YAG es considerado un láser quirúrgico cuya base de aplicación es la interacción

con la materia que produce un efecto fotoablativo o fototérmico (termoablativo).^{1,11} La descripción de los efectos del láser de Erbio:YAG en tejidos duros del diente indica que el efecto de ablación de tejidos sanos correspondiente a la vaporización de agua dentro de las células, así como de tejido cariado, es posible sin el daño térmico a tejidos circundantes. Por otra parte Natera y colaboradores reportan que el láser Erbio:YAG tiene la capacidad de remover partículas en una microexplosión y vaporización de ellas en un proceso llamado ablación,^{12, 18} razón por la cual se han llevado a cabo una variedad de investigaciones en la remoción de tejido dentario, efectos térmicos, posibles daños a la pulpa, etc.^{4,6}

Asimismo en el grupo de los dientes tratados con láser se empleó una distancia de 15 mm, un tiempo de 250 milisegundos, energía de 600 mJ, frecuencia de 6 HZ y una longitud de onda de 2940 nm, para lo cual se encontró una mayor frecuencia de patrón de grabado tipo I; se observó una disolución parcial de los núcleos de los prismas, conservándose la periferia intacta con apariencia de microporosidades. Miserendino y colaboradores reportan que el láser Erbio:YAG produce microexplosiones durante la ablación de los tejidos duros que resultan en irregularidades macro y microscópicas; las microirregularidades hechas en la superficie del esmalte son microrretentivas y puede constituir el mecanismo de adhesión cuando no se puede aplicar un ácido.^{3,7} Por otra parte, Niu y colaboradores reportan que las cavidades marginales tienen una apariencia en el esmalte macroscópicamente blanquecina cuando el láser Erbio:YAG es aplicado, la cual es una apariencia similar ocurrida con el efecto ácido.³

Otros estudios como el de Martínez y colaboradores reportan que los efectos de la irradiación láser dependen de la dosis de energía aplicada. La longitud de onda de 2940 nm provee absorción de agua y de hidroxiapatita lo cual sugiere que el láser Erbio:YAG podría ser útil en preparaciones de tejidos dentales duros para la adhesión.¹⁷ Este dato fue tenido en cuenta en esta investigación. De igual forma, los cráteres formados por el grabado con láser Erbio:YAG son infracturables porque son causados por microexplosiones en la superficie del

tejido que resulta de una deshidratación del tejido (ablación termomecánica). Asimismo la fusión de la hidroxiapatita y los cráteres formados en la superficie reportan una pobre adhesión.¹⁷

La ablación del esmalte por 10 pulsos del láser Erbio:YAG crea un cráter con escamación de las paredes. Este pilotaje genera controversia al mostrar que las cavidades preparadas con este láser son menos receptivas a las restauraciones adhesivas que las cavidades preparadas con pieza de alta más ácido ortofosfórico al 37%. Sin embargo, existen estudios como el de Francischetti que incluyó 180 pacientes en los que se realizaron todo tipo de cavidades con Erbio:YAG que posteriormente fueron obturadas con resina, sin utilizar bases en las lesiones profundas y sin grabar el esmalte o la dentina con ácido ortofosfórico. En todos los casos se realizó un decorticado alrededor de la cavidad con el mismo láser pero desfocalizado y con energía reducida para evitar microfiltración marginal posterior en las restauraciones. El tiempo promedio de la realización de las cavidades fue de 45 segundos. Ninguna de las restauraciones requirió el uso de soluciones anestésicas en el momento de la realización de las restauraciones y al cabo de 8 meses todas las restauraciones permanecían en boca y sin recidiva de caries.¹²

Teniendo en cuenta lo formulado por Natera y colaboradores y lo observado en este estudio piloto, se considera que los poros creados por el láser Erbio:YAG quizá no son los más aptos para la adhesión de materiales dentales debido a la incompleta disolución del centro del prisma. Aunque cabe destacar que para lograr determinar esto con certeza es necesario la realización de un estudio más amplio y definitivo para poder confirmar lo observado.

Ácido ortofosfórico al 37%

De igual manera estudios de microscopía electrónica como el de Swift, Perdigo y colaboradores,

indican que con un tiempo de 15 segundos de grabado y con una concentración al 37% se logra una superficie con rugosidades adecuadas para la adhesión.¹⁴⁻¹⁶

Teniendo en cuenta lo anterior, la investigación para el grupo de dientes sometidos a ácido ortofosfórico al 37% en gel utilizó 15 segundos para el grabado y 30 segundos de lavado, encontrándose con mayor frecuencia un patrón de grabado tipo II, aunque en 2 de las 5 muestras se encontró un patrón de grabado tipo I; Silverstone, Gwinnett y colaboradores, citados por Swift en 1995, describen los tres patrones de grabado en el esmalte refiriendo que el más común e ideal es el tipo I, donde se logra una disolución del centro del prisma principalmente manteniendo la periferia del prisma relativamente intacta, lo cual proporciona mayor penetración del adhesivo y por consiguiente una mejor retención de las restauraciones dentales, mientras que en el patrón de grabado tipo II se presenta un proceso inverso al tipo I.¹⁴

Por otra parte Franchi y colaboradores, determinan que en el grabado ácido sobre el esmalte influyen varios factores: la solución ácida grabadora, su concentración, la técnica usada y el tiempo de aplicación, siendo el ácido grabador tipo gel, el más fácil de aplicar sobre la superficie del esmalte que la forma líquida; produce una penetración más extensa y profunda sobre el esmalte.⁹ Los efectos del grabado ácido pueden reducir las microfiltraciones en las restauraciones colocadas sobre el esmalte dental.^{9,15} Los mismos autores reportan que las soluciones grabadoras ácidas modifican la superficie del esmalte, formando poros por descalcificación selectiva que mejoran la interconexión mecánica por la penetración de resina en el esmalte similar a la que se genera en los prismas del esmalte luego de grabar la superficie. Los prismas tratados con ácido ortofosfórico al 37%, muestran una mayor frecuencia de patrón de grabado tipos I y II.

Al microscopio electrónico, el mejor sellado marginal en la región oclusal se obtuvo en las preparaciones con turbina y grabado ácido y en las preparaciones con Erbio:YAG y grabado ácido convencional

Se esperaba encontrar una mayor frecuencia de patrón tipo I en todas las muestras; no obstante, como consecuencia de los cortes accidentales realizados longitudinalmente en los prismas, se presentó una mayor frecuencia de patrón tipo II; ello se soporta en el estudio realizado por Franchi y colaboradores en donde se determinó que la solución de ácido ortofosfórico al 37% aplicada sobre esmalte intacto promueve la disolución del esmalte obteniendo un patrón de grabado tipo I y de igual forma determina que el patrón tipo II se observa con mayor frecuencia en áreas donde los prismas son cortados longitudinalmente en forma accidental.⁹

Láser más ácido ortofosfórico al 37%

Finalmente, los dientes sometidos al láser Erbio:YAG más el ácido ortofosfórico al 37% mostraron un patrón de grabado tipo I más definido, debido a la disolución completa del centro de los prismas conservándose la periferia de los mismos intacta.

Estudios como el de Ceballos y colaboradores reportan que los márgenes oclusales que reciben sólo ácido muestran ausencia de filtración en contraste con los tratados con láser y láser más ácido. Los resultados confirman la resistencia del adhesivo producida por el acondicionamiento ácido.³ Estudios como el de Legramandi y colaboradores comparan el uso de instrumental rotatorio convencional, aire abrasivo y láser Erbio:YAG en cavidades clase V restauradas con resina. Al microscopio electrónico, el mejor sellado marginal en la región oclusal se obtuvo en las preparaciones con turbina y grabado ácido y en las preparaciones con Erbio:YAG y grabado ácido convencional. El mayor grado de microfiliación se obtuvo en el grupo preparado con Erbio:YAG tanto para la eliminación de caries como para el grabado de la superficie. A nivel cervical, los mejores resultados

Se considera que podría ser necesario emplear el láser Erbio:YAG (itrio, aluminio y granate) con el uso de un agente químico (ácido ortofosfórico al 37%), para lograr una disolución completa del centro del prisma y conservar su periferia intacta, lo cual es ideal para los sistemas adhesivos.

se obtuvieron con la utilización de la turbina y el grabado ácido. Este estudio muestra que la utilización de aire abrasivo o el láser Erbio:YAG no elimina la necesidad de realizar el grabado ácido.¹²

Esto está respaldado por el trabajo de Walden y colaboradores, quienes estudiaron la fuerza adhesiva en esmalte después de recibir tratamiento y acondicionamiento del láser de Erbio:YAG y encontraron que el acondicionamiento con láser no mejora la fuerza adhesiva en el esmalte. De igual forma, Proto y colaboradores, evaluaron la tensión de la fuerza adhesiva de diferentes sistemas en dentina irradiada con Erbio:YAG y concluyeron que los mejores valores de adhesión se logran con grabado de ácido ortofosfórico al 37%.¹²

Por otra parte, Legramandi y colaboradores recomiendan el uso de grabado con ácido ortofosfórico al 37%, posterior a la aplicación del láser Erbio:YAG para obtener mejor unión entre los tejidos dentales y las resinas, según los resultados de su estudio acerca de los efectos de este láser en la adhesión de las resinas.^{12, 18, 19}

Se considera que podría ser necesario emplear el láser Erbio:YAG (itrio, aluminio y granate) con el uso de un agente químico (ácido ortofosfórico al 37%), para lograr una disolución completa del centro del prisma y conservar su periferia intacta, lo cual es ideal para los sistemas adhesivos.

Microfracturas

De igual forma, es importante tener en cuenta que en los grupos sometidos al láser de Erbio:YAG se observaron microfracturas sobre la superficie del esmalte dental, lo cual es muy controversial de acuerdo a la literatura puesto que Martínez-Insua y colaboradores reportan que el grabado láser en esmalte o dentina produce una superficie sin fracturas, haciendo apertura de los túbulos dentinales, ambos aparentemente ideales para la adhesión.¹⁷ Los cráteres formados por el grabado con láser

Erbio:YAG presentan unas superficies sin fracturas, porque estos cráteres son causados por microexplosiones en la superficie del tejido que resulta con una absorción de agua (ablación termomecánica).¹⁷ Otros estudios como el de Corpas-Pastor y colaboradores, reportan que el grabado ácido resulta de una disolución de la hidroxiapatita mientras que el grabado con láser produce cracks microscópicos, fisuras y cráteres en la superficie del esmalte.¹⁹⁻²⁰

Por otra parte, Ceballos y colaboradores describen la presencia de microfracturas observadas en la superficie del esmalte y la dentina luego de usar la irradiación del láser Erbio:YAG como agente grabador, por lo tanto, concluye en su estudio que el láser Erbio:YAG produce efectos adversos tanto en dentina como en esmalte lo cual no constituye una alternativa como agente grabador,^{3,6} lo cual fue evidente en este estudio.

No se observaron diferencias significativas entre el láser y el láser más ácido ortofosfórico al 37% al utilizar la prueba estadística del Chi cuadrado en cuanto al patrón de grabado, aunque se encontraron diferencias microscópicas evidentes en cuanto a la disolución del núcleo de los prismas para cada uno de los grupos sometidos a láser, haciéndose notable una mayor disolución del centro del prisma al emplear láser Erbio:YAG más ácido ortofosfórico al 37%.

Teniendo en cuenta las limitaciones técnicas presentadas en este estudio, se considera que el ácido ortofosfórico al 37% sigue siendo la mejor alternativa de grabado dental, aunque se destacan las ventajas de la utilización del láser como una alternativa para el grabado del esmalte dental sin ser la más óptima debido a los efectos adversos ocasionados por éste mismo, lo cual conlleva a determinar que las posibles ventajas y desventajas del láser Erbio:YAG se encuentran aún sin aclarar.

Conclusiones

Teniendo en cuenta que este es un estudio piloto el grupo investigador encontró que con el láser Erbio:YAG se logró un patrón de grabado con características similares al patrón de grabado tipo I, descrito por Silverstone: formación de poros, di-

solución parcial del núcleo de los prismas y conservación de la periferia intacta.

Aparentemente, el láser Erbio:YAG requiere del uso de un agente químico como el ácido ortofosfórico al 37% para obtener una disolución completa de los núcleos de los prismas y garantizar una adecuada retención de los materiales dentales.

El empleo del ácido ortofosfórico al 37% genera un patrón de grabado tipo I, óptimo para la adhesión de las restauraciones dentales. De igual manera se encuentra el patrón de grabado tipo II al realizar preparaciones con cortes longitudinales de los prismas.

El láser Erbio:YAG genera sobre la superficie del esmalte dental microgrietas, en el momento de realizar las microexplosiones para realizar ablación del tejido dentario, las cuales podrían generar un debilitamiento de los tejidos dentales y favorecer las microfiltraciones de las restauraciones dentales.

La combinación del láser Erbio:YAG más ácido ortofosfórico al 37% presenta mayor número de microfracturas que el empleo único del láser.

Recomendaciones

Se recomiendan posteriores estudios clínicos con el láser Erbio:YAG a nivel de dentina, para determinar el patrón de grabado y sus beneficios en la práctica clínica.

De igual manera, se sugiere realizar mediciones de la profundidad de las microgrietas formadas por el láser Erbio:YAG para determinar el grado de afectación de los tejidos dentales y sus posibles consecuencias clínicas.

Realizar la medición de la profundidad y el diámetro de las microporosidades obtenidas con el láser Erbio:YAG para determinar la efectividad del grabado que realiza este láser.

Se recomienda realizar un estudio en donde se empleen sistemas adhesivos con el láser Erbio:YAG sin la utilización de un grabado ácido, para verificar la durabilidad y resistencia de las restauraciones dentales.

Finalmente, se recomienda para la práctica clínica el uso preferencial del ácido ortofosfórico al 37% como agente grabador ideal para los sistemas adhesivos.

Bibliografía

1. España Tost A. Láser de Er:YAG en odontología. *Oper Dent Endod* 1998; 2(2): 10
2. Miserendino L et al. Lasers in dentistry. Quintessence Books. Singapore. 1995; 17-24.
3. Ceballos L. et al. Microleakage of composite restorations after acid or Er:YAG laser cavity treatments. *Dent Mater* 2001; 17: 340-6.
4. Thomé M et al. SEM evaluation of the interaction pattern between dentin and resin after cavity preparation using Er:YAG laser. *J Dent* 2003; 31: 127-35
5. Wigdor H et al. The effect of lasers on dental hard tissues. *JADA*, vol. 24, February 1993; 65-70
6. Ceballos L et al. Bonding to Er:YAG laser treated dentin. *J Dent Res* 2002; 81(2): 119-22
7. Miserendino L et al. Lasers in dentistry. Quintessence Books. Singapore, 1995; 161-4
8. Guzmán HJ. Biomateriales odontológicos de uso clínico. 2ª ed. Colombia. COE Ediciones, 1999; 300-1.
9. Franchi M et al. Effects of acid-etching solutions on human enamel and dentin. *Quintessence Int* 1995; 26: 431-5.
10. Hanning M, Reinhardt KJ. Self etching primer vs phosphoric acid: an alternative concept for composite-to-enamel Bonding. *Oper Dent* 1999; 24, 172-80
11. Jennett E et al. Dye enhanced ablation of enamel by pulsed lasers. *J Dent Res* december, 1994; 73(12): 1841-7
12. Natera A et al. Usos del rayo láser de erbio: yag (Er:YAG) en odontología restauradora. II parte. *Acta odontológica* 2002; 40(2)
13. Blomlöf J et al. A new concept for etching in restorative dentistry. *Int J Periodontics Restorative Dent* 1999; 19: 31-5.
14. Swift E et al. Bonding to enamel and dentin: a brief history and state of the art, 1995. *Quintessence Int* 1995; 26: 95-110.
15. Lee Ch et al. Microscopic appearance of enamel white-spot lesions after acid etching. *Quintessence Int* 1995; 26: 279-84.
16. Glasspoole E et al. Effect of enamel pretreatments on bond strength of compomer. *Dent Mater*. September 2001; 17(5): 402-8
17. Martínez A et al. Differences in bonding to acid etched or Er:YAG laser-treated enamel and dentin surfaces. *J Prosthet Dent* 2000; 84: 280-8.
18. Sazak H et al. Effects of Nd:YAG laser, air abrasion and acid-etching on human enamel and dentin. *Oper Dent* 2001; 26: 476-81.
19. Arigaratnam M et al. A comparison of surface roughness and composite/enamel bond strength of human enamel following the application of the Nd:YAG laser and etching with phosphoric acid. *Dent Mater* January 1997; 13: 51-5
20. Corpas L et al. Comparing the tensile strength of brackets adhered to laser-etched enamel vs acid etched enamel. *JADA*, June 1997; 28

Agradecimientos

Al Dr. Ciro Garnica y su clínica OSIDENT, al Instituto de Investigación e Información Geocientífica, Minero-Ambiental y Nuclear (INGEOMINAS) y a la casa comercial IVOCCLAR-VIVADENT por los aportes continuos para el desarrollo de esta investigación.