

EFFECTO DEL LÁSER DIODO SOBRE LA FUERZA MÁXIMA DE RESISTENCIA Y LA CANTIDAD DE RESINA REMANENTE EN LA DESCEMENTACIÓN DE BRACKETS CERÁMICOS: ESTUDIO IN VITRO

**Effect of the diode laser on the maximum resistance force and the amount of
remaining resin in the removal of ceramic brackets: in vitro study**

Gisselle Pantoja Chazatar

Odontóloga, Estudiante de Especialización en Ortodoncia y Ortopedia Maxilar – Institución
Universitaria Colegios de Colombia – UNICOC

Email: gpantoja@unicoc.edu.co

ORCID: Filiación: Colegio Odontológico - Institución Universitaria Colegios de Colombia
UNICOC

Paula Andrea Guzmán

Odontóloga, Estudiante de Especialización en Ortodoncia y Ortopedia Maxilar

Email: pandreaguzman@unicoc.edu.co

ORCID: Filiación: Colegio Odontológico - Institución Universitaria Colegios de Colombia UNICOC

Sergio Andrés Velázquez

Odontólogo, Ortodoncista, Maestría en Educación mediada por las TIC, Fellow Laser en Odontología
AALZ

Email: servelasquez@unicoc.edu.co@unicoc.edu.co

ORCID: Filiación: Docente Colegio Odontológico - Institución Universitaria Colegios de Colombia
UNICOC

Carlos Humberto Martínez

Odontólogo, Maestría en Epidemiología. Esp. Pedagogía y Docencia. Esp. En Gerencia de servicios
de Salud

Email: cmartinezc@unicoc.edu.co

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-4392-8453>

Filiación: Docente Colegio Odontológico - Institución Universitaria Colegios de Colombia UNICOC

EFFECTO DEL LÁSER DIODO SOBRE LA FUERZA MÁXIMA DE RESISTENCIA Y LA CANTIDAD DE RESINA REMANENTE EN LA DESCEMENTACIÓN DE BRACKETS CERÁMICOS: ESTUDIO IN VITRO

Resumen

Antecedentes

La fuerza generada por el retiro de los brackets cerámicos ha mostrado ser un procedimiento que afecta la integridad del esmalte, lo que hace que la superficie de este no quede intacta completamente, además de producir dolor ¹ y molestia en el paciente. El descementado de brackets con láser inició a principios de la década de 1990 experimentalmente buscando una técnica más adecuada ya que es una tecnología cada vez más utilizada en odontología.

Objetivo:

Determinar el efecto del láser sobre la fuerza máxima de resistencia en la descementación y la cantidad de resina remanente de brackets cerámicos monocristalinos y policristalinos en premolares extraídos por indicación ortodóncica.

Métodos

Se realizó un estudio experimental in vitro (prueba piloto) en 28 premolares extraídos por motivos de ortodoncia, a los que se les cementó 14 brackets monocristalinos cerámicos y 14 policristalinos cerámicos, se estableció un grupo experimental al que se le aplicó láser Diodo (n=7) y el grupo control con técnica convencional (n=7), para los dos grupos. Las variables que se tuvieron en cuenta fueron la cantidad de resina remanente sobre la superficie dental (Índice ARI) y la fuerza generada después de la descementación.

Resultados:

Las mediciones de fuerza máxima indican que los brackets monocristalinos tienen una mediana menor en el grupo control y los policristalinos la tendencia es similar, en el índice ARI el coeficiente beta indica un incremento de 3.16% en el grupo láser en los brackets policristalinos y una disminución de 36.13% en los brackets monocristalinos, pero son valores no significativos. No se identificó interacción entre las variables tipo de bracket y grupo de intervención.

Conclusiones:

Como consecuencia de lo expuesto en la descementación, el uso del láser diodo y el tipo de bracket cerámico no son determinantes en la fuerza máxima de resistencia adhesiva para ser removidos; este mismo comportamiento se identificó en el índice ARI.

Palabras clave: Remoción, Láser diodo, brackets monocristalinos, brackets policristalino, índice ARI.

Effect of the Diode laser on the maximum resistance force and the amount of remaining resin in the debonding of ceramic brackets; in vitro study

Abstract

Background:

The force generated by the removal of the ceramic bracket has been shown to be a procedure that affects the integrity of the enamel, which means that its surface is not completely intact, in addition to causing pain and discomfort in the patient. Laser debonding of brackets began in the early 1990s experimentally in search of a more appropriate technique, since it is a technology that is increasingly used in dentistry.

Objective

To determine the effect of the laser on the maximum resistance force in debonding and the amount of remaining resin of monocrystalline and polycrystalline ceramic brackets in premolars extracted for orthodontic indication.

Methods

An in vitro experimental study (pilot test) was carried out on 28 premolars extracted for orthodontic reasons, to which 14 monocrystalline ceramic brackets and 14 polycrystalline ceramic brackets were cemented, an experimental group was established to which Diode laser was applied (n=7) and the control group with conventional technique (n=7), for both groups. The variables that were taken into account were the amount of resin remaining on the dental surface (ARI Index) and the force generated after debonding.

Results:

The maximum force measurements indicate that the monocrystalline brackets have a lower median in the control group and the polycrystalline brackets the trend is similar, in the ARI index the beta coefficient indicates an increase of 3.16% in the laser group in the polycrystalline brackets and a decrease of 36.13% in monocrystalline brackets, but these are not significant values. No interaction was identified between the variables type of bracket and intervention group

Conclusions:

The use of diode laser and the type of ceramic bracket are not determining factors in the maximum force of adhesive resistance to be removed; this same behavior was identified in the ARI index.

Keywords: Removal, Diode laser, monocrystalline brackets, polycrystalline brackets, ARI index, shear force

Introducción

Generalmente cada vez que un paciente elige un tratamiento de ortodoncia evalúa distintas cuestiones entre ellas la eficacia y la estética. En la actualidad nos preocupa cada vez más la apariencia y es normal que la balanza se incline por tratamientos más discretos que se alejen de los convencionales. Los brackets cerámicos tienen prioridad y son preferidos por los pacientes que acuden a consulta ortodóncica con la intención de iniciar tratamiento²⁴. Además, de la ventaja estética, estos brackets son resistentes a la deformación y al cambio de color; Sin embargo, en comparación con los metálicos, los brackets cerámicos tienen menor resistencia a la fractura y mayor resistencia de la unión². Las pinzas extractoras que aplican fuerzas de corte (fuerzas de torsión), podrían usarse para quitar los brackets de cerámica^{3,16}. Sin embargo, estas técnicas pueden causar fractura y/o grietas del esmalte y falla o fractura del bracket⁴, como consecuencia de las propiedades de rigidez y fragilidad del bracket cerámico, y de la alta fuerza de adhesión al esmalte²⁵. Se han propuesto varias alternativas para solucionar esta situación como el descementado ultrasónico⁵ el uso de pinzas especiales y secadores de aire caliente, el descementado electrotérmico⁶ y el descementado por láser²³. Estas técnicas se basan en el principio de la degradación de la fuerza de la resina adhesiva⁷. Actualmente se está investigando métodos para retiro de brackets que causen menos daño a la estructura dental, entre ellos está, utilizar energía térmica que ha demostrado resultados eficaces⁸; la técnica consiste en la aplicación controlada de calor a los brackets a ser retirados, lo que permite ablandar la interfaz con el adhesivo, usando para lograr este objetivo: el láser.

La energía del láser puede degradar la resina adhesiva por ablandamiento térmico, ablación térmica o fotoablación [6]. El ablandamiento térmico ocurre cuando el láser calienta el agente adhesivo hasta que se ablanda, por lo que el bracket sucumbe a la gravedad y se desliza fuera de la superficie del diente²⁰. La ablación térmica ocurre cuando el calentamiento es lo suficientemente rápido como para elevar la temperatura de la resina hasta la vaporización antes de que aparezca la desunión por ablandamiento térmico y la fotoablación, solo puede tener lugar cuando la luz láser de muy alta energía (por ejemplo, UV)⁹

En la década de 1990 se dio el gran avance en el sistema de láseres dentales¹⁰, La tecnología láser permite a los odontólogos proporcionar un tratamiento menos invasivo para muchos procedimientos preventivos, restauradores, cosméticos y quirúrgicos de tejidos blandos¹¹. Dentro de la amplia clasificación que existe, el láser Diodo específicamente, posee características de pequeño tamaño y peso, corriente, voltaje, intensidad y potencia ideales, además tiene un perfil pequeño que permite su uso en procedimientos médicos sensibles que requieren un alto grado de precisión, buena eficiencia a temperatura ambiente y bajo consumo de energía, convirtiéndose en uno de los láser más populares, producidos y utilizados en el mundo²⁵.¹² Una de las principales ventajas del láser de diodo es que genera menos calor térmico colateral que otros láseres lo que permite evitar efectos secundarios sobre la pulpa dental este representa un nuevo avance en la tecnología láser dental.¹⁰

Encontrar un método óptimo para descementar brackets cerámicos sin efectos destructivos sobre el esmalte y sobre la pulpa, ayudaría a los profesionales en Ortodoncia a brindar una mejor atención a sus pacientes, reduciendo la incomodidad que generalmente produce la remoción de éstos¹⁸.

Teniendo en cuenta lo anterior, el objetivo de este estudio fue determinar el efecto del láser sobre la fuerza máxima de resistencia en la descementación y la cantidad de resina remanente sobre la superficie dental, en este caso se evaluó brackets cerámicos monocristalinos y policristalinos en premolares extraídos por indicación ortodóncica.

Métodos (Materiales y métodos)

Este es un estudio de tipo experimental in vitro. Se utilizaron 28 segundos premolares inferiores extraídos por motivos ortodóncicos, con la superficie dental sana, sin restauraciones, sin caries, sin fracturas o desgastes, a estos se les cementaron brackets cerámicos con el protocolo de cementación ácido fosfórico al 35% por 15 segundos, lavado, secado, aplicación de resina de fotocurado Light Bond de Reliance Orthodontics, polimerizado por 15 segundos: 14 monocristalinos y 14 policristalinos, de cada uno de estos grupos se determinó un grupo experimental al que se le aplicó Láser Diodo Gemini de la casa comercial Ultradent, de doble longitud de onda. previamente a la descementación (n=7) y un grupo control con técnica convencional (n=7), la resina, el adhesivo y el desmineralizante provienen de la casa comercial Reliance.

La unidad de observación fue la cantidad en mm² de resina remanente que queda en la superficie después del retiro y la cantidad de fuerza requerida para descementar cada bracket, dada en Megapascals.

Las variables que se tuvieron en cuenta fueron: variable resultado o dependiente: cantidad de resina remanente sobre la superficie dental vestibular, la variable explicativa o independiente: fuerza al desalojo y las variables intervinientes: tipo de bracket: monocristalino o policristalino.

Para determinar la muestra se usó el análisis de potencia para estimar el número de casos requeridos, según estudios anteriores: 14 cuerpos de muestra por grupo para lograr una potencia de prueba de $p > 80\%$, un error α de 0.05 y un tamaño del efecto de 0.97 por una observación bilateral.

Grupo experimental: 7 segundos premolares inferiores cementados con Brackets cerámicos monocristalinos y 7 segundos premolares inferiores cementados con Brackets cerámicos policristalinos sometidos a aplicación de láser diodo previo a la descementación

La aplicación del láser se realizará en la interfaz resina-bracket en 4 superficies: distal, mesial, gingival y oclusal durante 3 segundos. (Figura 1). Grupo control: 7 segundos premolares inferiores cementados con Brackets cerámicos monocristalinos y 7 segundos premolares inferiores cementados con Brackets cerámicos policristalinos a los que no se les aplicó láser previo a la descementación con la máquina universal de ensayos.

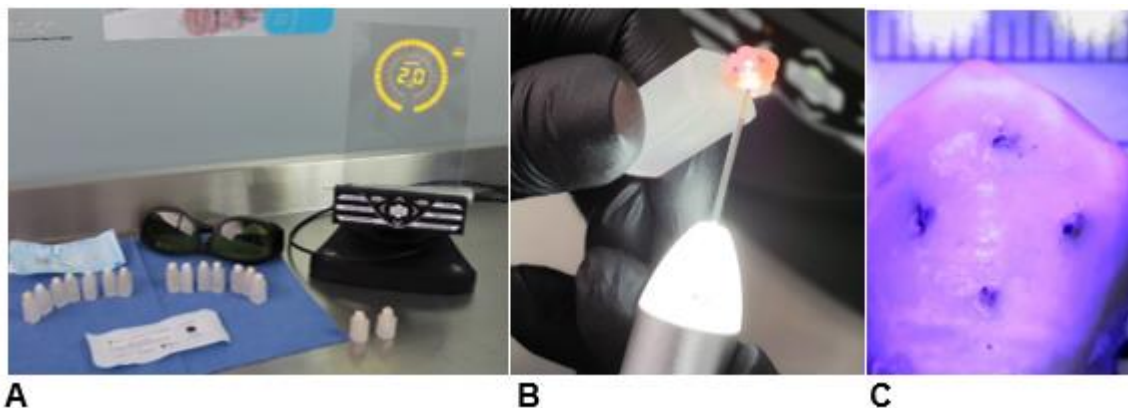


Ilustración 1 A. Muestras de premolares cementados con brackets monocristalinos y policristalinos B. Aplicación de laser previamente al descementado de brackets, C. Aplicación del láser en 4 superficies: distal, mesial, gingival y oclusal durante 3 segundos

Después de retirados los Brackets se calculó el índice ARI (Tabla 1); a través microfotografías que se tomaron con un microscopio 10X, a través de un testigo métrico, ubicado al borde de cada muestra, en la superficie fotografiada. Este estuvo conectado a un computador, en el que se tomó todas las

fotos y las mediciones de las variables. Se tomaron fotos macro de cada premolar control y experimental, con un medio de contraste de luz led apuntando directamente sobre el diente, lo que permitió la visualización correcta del remanente de resina en cada diente. Posteriormente se realizó la demarcación y medición de cada área con el programa Digimizer® (imageJ análisis software) versión 5.7.2 MedCalc Software Ltd. (Fig 2 y 3)

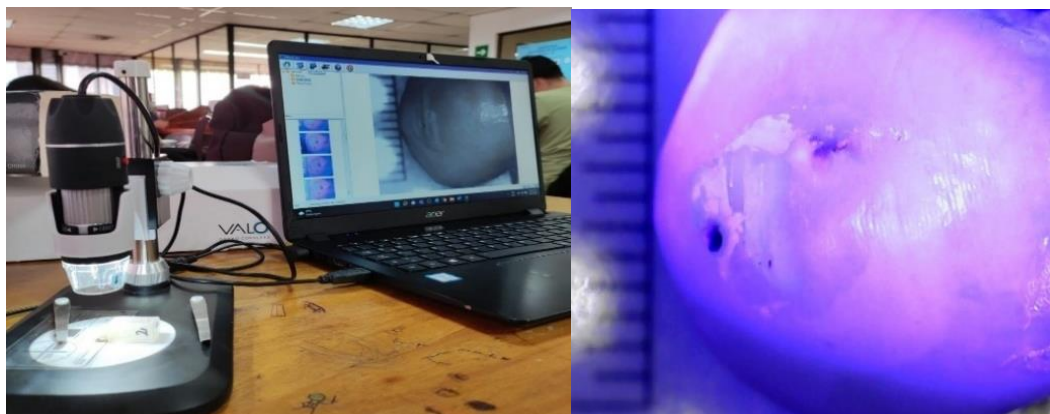


Ilustración 2 Microfotografías y Evaluación del Índice ARI

Para la prueba de resistencia a la fuerza de cizallamiento se elaboraron cubos en acrílico (Fig 4) donde se incorporaron los dientes. Estos fueron acoplados al accesorio de la máquina universal de ensayos de la marca Instron, con una punta que previamente se elaboró, simulando lo más cercano posible a la punta de la pinza quita brackets; esta aplicó una fuerza vertical en la interfase entre el bracket y el diente para generar el descementado de los brackets generando una fuerza en Megapascals. (Fig 3)



Ilustración 3 Cubos en acrílico donde se incorporaron los dientes; Adherencia a la cizalla en Brackets. Antes (a) y Después (b) del ensayo

Tabla 1 Índice Adhesivo remanente (ARI)

Valor	Criterio	Interpretación
0	No queda adhesivo remanente 0%	Fractura en la unión esmalte - cemento
1	Menos de la mitad de adhesivo permanece en el esmalte <50%	
2	Mas de la mitad del adhesivo permanece en el esmalte >50%	Fractura en la unión adhesivo-Bracket
3	Todo el adhesivo queda en el diente, con la huella del Bracket	

Los cálculos estadísticos se realizaron con STATA /MP17.0 (StataCorp LLC). Se calcularon medidas de tendencia central, dispersión y posición. El contraste de la fuerza y el índice ARI (numérico y categórico) entre el grupo control y experimental se realizó mediante la prueba de Wilcoxon; se realizó prueba de Anova de dos factores para identificar la interacción entre las variables de interés. Además, de modelo una regresión lineal múltiple para determinar el aporte independiente de las variables. Se estableció el nivel de significancia de $\alpha=0.05$.

Resultados

Fueron evaluados 28 cuerpos de muestra distribuidos en grupos de 7; El análisis estadístico no mostró diferencias significativas entre grupo control y grupo laser con respecto a la fuerza de descementación, su comportamiento fue similar con una tendencia a una disminución de la fuerza en el grupo control, los resultados se pueden ver en la tabla Número 4. Las mediciones indican que en dos muestras del grupo control de brackets monocristalinos se produjo una fractura del bracket. No se produjo ninguna fractura de brackets en el grupo de láser. Al comparar las puntuaciones ARI investigadas a simple vista y con un aumento de 10 veces del grupo control y el grupo láser, se mostró un cambio en el grupo de láser de los brackets policristalinos en la categoría 3 a comparación del grupo control, el número porcentual de la puntuación ARI de 1 fue mayor en el grupo de brackets monocristalinos control (60 %), mientras que el número porcentual de la puntuación ARI de 3 en el grupo de laser fue mayor que en el grupo de los brackets policristalinos. (Tabla 5)

Tabla 2 Media y mediana de la resistencia para cada tipo

Resistencia	Monocrystalino		Policrystalino		P
	Media±DE	Me (IQR)	Media±DE	Me (IQR)	
Control	19.25±8.28	15.94 (13.8-27.5)	17.55±7.75	17.06 (9.45 - 21.74)	0.9491
Láser	18.89±10.58	20.65 (9.78-26.81)	19.56±7.52	17.06 (12.68-26.41)	0.8982
p	0.7012		0.6089		

Tabla 3 Media y mediana del índice ARI para cada tipo de bracket

	MONOCRISTALINO		POLICRISTALINO		P
	Media±DE	Me (IQR)	Media±DE	Me (IQR)	
Control	77.40±56.05	77.44(24.88-142.05)	24.40±16.89	21.86 (10.61-29.91)	0,0639
Laser	63.70±46.05	63.08 (14.22-103.44)	44.44±32.74	36.70 (21.38-70.13)	0,4822
P	0.6547		0,2248		

No se identificó interacción entre las variables tipo de bracket y grupo de intervención. Los coeficientes beta de la regresión lineal muestran un incremento de 0.82MPa en el grupo láser y una disminución de 0.51Mpa en el bracket Monocrystalino. De igual manera en el índice ARI, el coeficiente beta indica un incremento de 3.16% en el índice en el grupo laser y una disminución de 36.13% en los brackets monocrystalinos.

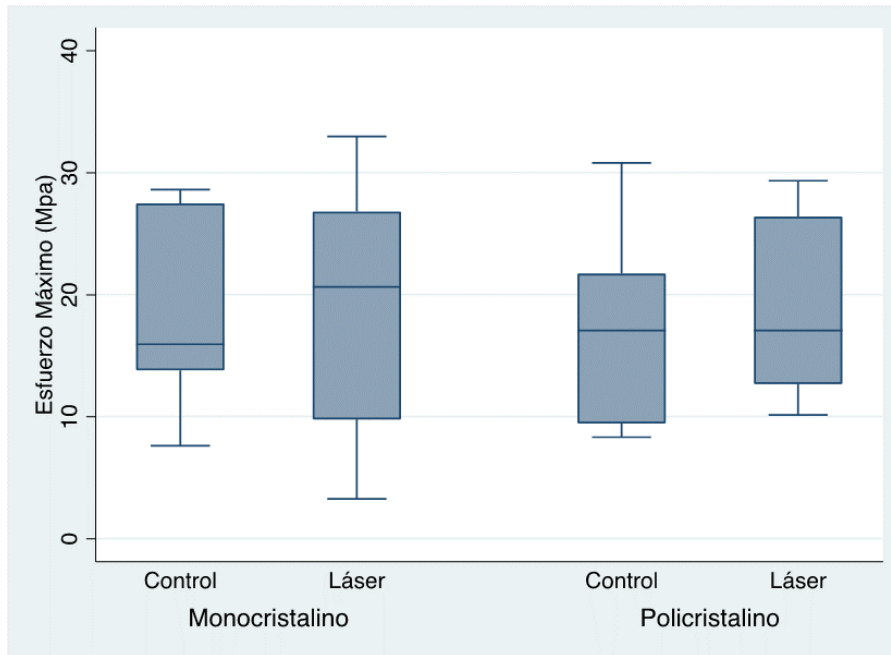


Ilustración 4 Esfuerzo máximo brackets monocristalinos y policristalinos

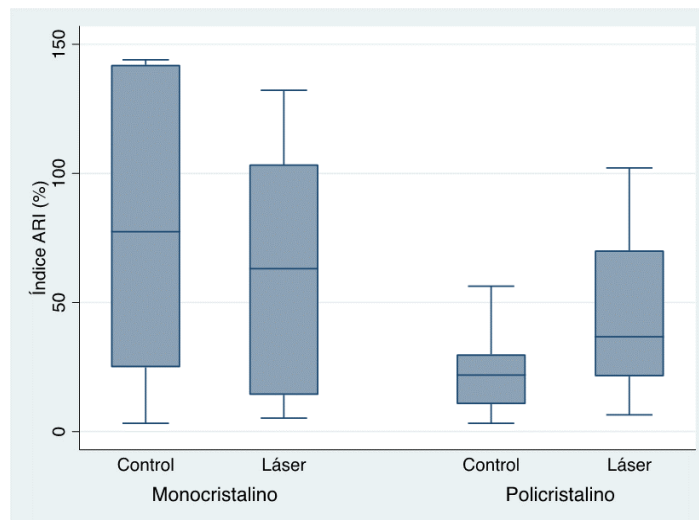


Ilustración 5 Índice ARI

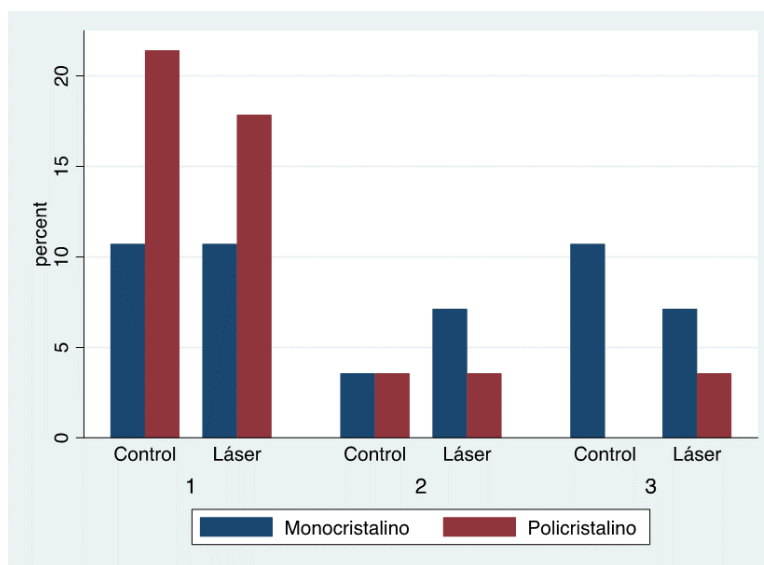


Ilustración 6 Diagrama de barras categorías índice ARI

Discusión

El Objetivo de este estudio fue investigar si la fuerza utilizada para descementar un Bracket de la superficie de un diente, se puede cambiar mediante la utilización del láser de diodo de doble longitud de onda de 445 nm Gemini® para reducir el riesgo de fracturas tanto del bracket como del esmalte, a la misma vez que se evaluó la cantidad de resina remanente que queda sobre la cara vestibular, al hacer el retiro. Los problemas del retiro de Brackets cerámicos se han estudiado previamente, ya que la mayor resistencia a la deformación, tenacidad a la fractura menor³ y las altas fuerzas necesarias en la descementación, han ayudado a que se produzcan fracturas y grietas en el esmalte y fallas en los Brackets¹⁹. Del mismo modo, publicaciones previas, han investigado el efecto de distintos tipos de láser, longitudes de onda, configuración y distintos tipos de resina y adhesivos. Este estudio, in vitro, arroja una serie de resultados, que pueden ser incluso, contradictorios con otro tipo de literatura encontrada. Por tal motivo, éstos deben ser interpretados con cautela, ya que existieron factores difícilmente controlables que pudieron interferir en la efectividad de nuestra investigación.

Para este estudio, se utilizaron 28 segundos premolares extraídos por motivos de ortodoncia; el tiempo que cada uno de éstos dientes estuvo por fuera de boca una vez realizada la exodoncia, es desconocido para los autores, se sabe por investigaciones previas¹¹, que el tiempo entre la exodoncia y el ensayo debe ser lo menos posible, ya que las condiciones físicas que se necesitan o son ideales para la adhesión, no iguales en un diente que ha estado por fuera durante varios meses o incluso años, a uno que lleva solo unas pocas horas. De la mano de este punto, va el medio de conservación, según los autores Feldon y colaboradores, una vez el diente es retirado de boca, debe ingresar a un medio de conservación antes de realizar la fase experimental, ellos, almacenaron los dientes almacenaron durante 24 horas en agua destilada a la que se añadieron cristales de timol para inhibir el crecimiento bacteriano⁵ Mundethu habla de un medio de conservación en 100 % de humedad a 37 °C hasta su uso² y Stein menciona que Inmediatamente después de la extracción y durante todo el estudio, los dientes fueron almacenados en solución isotónica de NaCl al 0,9% con azida de sodio al 0,001% para proporcionar una superficie de esmalte estandarizada¹¹, en la presente investigación,

se las estructuras dentales fueron sumergidas en solución salina por 24 horas, sin embargo, al no saber el tiempo que lleva cada muestra por fuera de boca, es muy posible, que esta conservación no surgiera ningún efecto. Otra condición dental a tener en cuenta es la relación de la edad de los pacientes a los cuales se les realizó dicho procedimiento, las características físicas tales como el espesor y la calidad del esmalte, que son fundamentales para el proceso de adhesión, no son las mismas en un diente, de un paciente adulto, a un paciente muy joven. Lo anterior nos conduce, a que pudimos utilizar en nuestro estudio un número determinado de dientes con las características, de un paciente de más de 50 años, extraído hace 10 meses y lavado con hipoclorito por el odontólogo posterior al procedimiento, así como también, de pacientes de menos de 20 años, extraídos la misma semana del ensayo, lavados con agua y conservados inmediatamente en la solución salina que se usó. Como vemos, tales diferencias, podrían generar las variaciones tan importantes que encontramos y que realmente son muy difíciles de controlar.

Con frecuencia los segundos premolares inferiores son uniradiculares, razón por la cual, en nuestro estudio consideramos estos como los dientes ideales anatómicamente para la ubicación en los cubos de acetato realizados, con las dimensiones que la compresión de la máquina universal de ensayos presenta, sin embargo, el ancho linguovestibular de la raíz y la forma anatómica específica de cada diente, hizo que replicar la posición exacta de estos dentro del acrílico, fuera un reto bastante grande. Los cambios en la posición de la raíz dentro de nuestra matriz, debido a su anatomía particular, generan cambios a la vez, en la posición de la corona, quedando ubicada con distinta angulación respecto al plano guía de la máquina (Ilustración A y B), la consecuencia directa de lo ya mencionado es la variación en la ubicación sobre el bracket, de la punta que imita la pinza para hacer el retiro, de manera convencional. En la mayoría de los casos, la punta incidió directamente sobre la cajuela de la parte superior de cada bracket; punto donde debería estar dirigida la fuerza; no obstante, se presentaron situaciones, donde dicha punta ejerció su punto de aplicación sobre la interfaz bracket-diente. Esta situación, da como resultado, valores de fuerza más altos, que los presentados con una situación semejante a la clínica en un paciente (ver tabla 1). Por tal motivo, unos rangos de fuerza más altos entre los mismos grupos (control o experimental) pueden deberse a esta situación.

La cantidad exacta de resina dispensada sobre la superficie del bracket para su cementación, así como el adhesivo y el ácido, son factores clave, pero que no se pueden controlar. A pesar, que todo el proceso de cementación fue realizado por un solo profesional, para evitar sesgos, cuantificar pequeñas cantidades de estos tres materiales, es todo un reto. La diferencia de los anteriores, de un bracket a otro, pudo influir también en las variaciones de la fuerza, independiente del tipo de bracket usado, al mismo tiempo que pudo tener un efecto sobre la cantidad de adhesivo remanente, sobre la superficie del esmalte, que fue la segunda variable que tuvimos en cuenta para este estudio. Al realizar el proceso de descementación en un bracket que tuvo una mayor cantidad de resina y de adhesivo, podría pasar, que presentara un mayor índice ARI, comparado, con un caso, en el que la resina haya sido mucho menor.

Con respecto al tiempo de aplicación del láser en el grupo experimental, se sugiere que el tiempo transcurrido hasta el retiro de los brackets en la máquina universal de ensayo, debe ser menor a un minuto. En nuestro estudio, por la distancia de la Facultad de Odontología dónde se aplicó el láser, hasta la Universidad dónde fue realizado el ensayo, el tiempo que transcurrió, podría generar diferencias al comparar los dos grupos, dando así unos resultados muy semejantes entre ambos, perdiendo el láser, su efectividad.

Teniendo en cuenta que una de las principales preocupaciones del ortodoncista cuando usa brackets de cerámica es el riesgo de dañar el esmalte durante el descementado (5,8,15) y teniendo en cuenta los estudios que han informado que cuando se han utilizado técnicas de retiro convencionales, se producen fracturas de los brackets entre un 10 % y un 35 % de las veces

(9,13,16,21,22) propusimos en este estudio el uso de un mecanismo que permita reducir al máximo este posible efecto. Estos Brackets pueden ser de alumina policristalina o de alumina monocristalina¹³, para nuestro estudio, tuvimos en cuenta los dos tipos, para comparar y ver posibles diferencias entre ambos, tanto en la medida de fuerza como en el índice adhesivo remanente.

En los últimos años, el uso de láseres de alta energía en ortodoncia se ha centrado en la simplificación del procedimiento de descementado de brackets cerámicos¹¹ y se han realizado diversos estudios según el tipo de láser, incluidos el láser de dióxido de carbono (CO₂), el diodo, el granate de itrio y aluminio dopado con erbio (Er:YAG), granate de itrio y aluminio dopado con neodimio (Nd:YAG), etc¹³, teniendo en cuenta lo anterior, es importante mencionar que el retiro de dichos brackets puede verse afectado no solo por las variables previamente mencionadas en este apartado, si no también, por el tipo de láser, el modo de acción, el tiempo de aplicación, la potencia y el tiempo transcurrido entre el láser y el descementado¹³

De acuerdo al autor Tocchio y colaboradores, la energía del láser puede degradar la resina adhesiva por 3 métodos: ablandamiento térmico, ablación térmica y fotoablación¹³. El primero ocurre cuando el láser calienta el agente adhesivo hasta que se ablanda. Clínicamente, esto da como resultado que el se deslice fuera de la superficie del diente. La ablación térmica ocurre cuando el calentamiento es lo suficientemente rápido como para elevar la temperatura de la resina a su rango de vaporización antes de que ocurra la desunión, esto da como resultado que el bracket salga volando de la superficie del diente, este es un proceso relativamente lento, lo que se traduce en un gran aumento de la temperatura tanto del diente como del bracket. y la fotoablación también da como resultado que éste salga volando de la superficie dental, físicamente, lo que sucede es que cuando la luz láser de muy alta energía interactúa con el material adhesivo y el nivel de energía de los enlaces entre los átomos de la resina adhesiva se eleva rápidamente por encima de sus niveles de energía de disociación, lo que resulta en la descomposición del material. Estas últimas dos, suceden rápidamente y se produce muy poca difusión de calor; por lo tanto, el diente y el bracket permanecen cerca de las temperaturas fisiológicas. (13, 5). Con respecto a lo anterior, se ha encontrado que el retiro de los brackets monocristalinos a longitudes de onda de 248 y 308 nm ocurre por ablación con densidades de potencia que oscilaron desde 2,7 W/cm²¹³, mientras que cuando el retiro se realiza con una longitud de onda de 1060 nm se produce mediante fotoablación o ablación térmica a densidades de potencia superiores a 26 W/cm². En este estudio, se manejó láser diodo con dos longitudes de onda: 810nm y 980 nm con una potencia de _____. Hay muy pocos estudios que refieran los ajustes para el láser diodo. Stein y colaboradores sugiere un ajuste de longitud de onda de 445 nm, potencia de 2w y un tiempo de irradiación de 3 segundos¹¹, nosotros podemos decir que bajo estas características, el proceso químico que se da es una fotoablación o un ablandamiento térmico del adhesivo, al igual que Strob y colaboradores en su estudio donde utilizan láser CO₂ y Nd:YAG, para retirar Brackets monocristalinos y policristalinos⁹, al realizar el disparo en las 4 superficies, durante 3 segundos cada una. En otros estudios, se ha utilizado el láser de alta intensidad del grupo YAG o, en la mayoría de los casos, el láser de CO₂ de modo pulsátil (con una longitud de onda de 10,6 micras con una potencia de 3 a 20W con tiempo de exposición de 2 a 3 segundos), en el descementado de brackets cerámicos, el láser de alta potencia produce calor, lo que provoca un reblandecimiento de la resina y facilita la remoción del bracket sin que ocurra la fractura del esmalte dental o daños pulpaes^{8,22}

En estudios realizados previamente, diversos autores han encontrado diferentes resultados en el índice ARI y en la fuerza al descementado, según el tipo de láser utilizado, la potencia, y el tiempo. Con respecto a lo anterior, Iijima y colaboradores³, Marci y colaboradores⁵, Tehranchi⁶ y Saito⁷ utilizaron láser de CO₂ para el descementado. Iijima y Tehranchi encontraron una resistencia de unión al cizallamiento disminuida (2,10). Ma y colaboradores (27) despegaron 10 muestras utilizando un láser de dióxido de carbono (CO₂) a 18 W y un tamaño de punto de 1 mm de diámetro durante 2

segundos y sus datos mostraron que 8 de las 10 muestras tratadas con láser se despegaron con una carga de tracción de solo 1,48 megapascuales (MPa). Cuando se investigó el efecto del láser de diodo, los autores Feldon¹³ y Almohaimeed¹⁴ descubrieron en sus estudios, que este láser podría disminuir significativamente la resistencia adhesiva al cizallamiento de brackets monocristalinos y que la puntuación del índice ARI fue diferente para los grupos control y experimental. También se investigó el efecto del láser de Er:YAG, Oztoprak y colaboradores¹⁵ encontraron que el láser Er:YAG a 4,2 W durante 9 segundos fue eficaz para reducir la resistencia al cizallamiento de los brackets cerámicos policristalinos. Nal bantgil y colaboradores¹⁶ también demostraron que diferentes duraciones de láser (3, 6 y 9 segundos) fueron eficientes en el descementado de brackets policristalinos¹³. Sarp¹³ utilizó un láser de fibra de Iterbio de 1070 nanómetros en modo de onda continua (CW), con una potencia de a 18 W y encontró una reducción significativa de la fuerza adhesiva, el tiempo y el trabajo realizado durante el descementado de los brackets cerámicos¹³. En otras publicaciones, se ha visto que los brackets monocristalinos requieren una menor energía láser para el descementado que los brackets policristalinos, con una reducción de 5,2 en comparación con una reducción de 1,3 veces en la fuerza de descementado para los brackets policristalinos en condiciones similares. Otro estudio encontró que el desprendimiento ocurre idealmente cuando se usa un láser de CO2 con irradiación normal durante 3 segundos a 3W (28)

No hay una indicación clara de que solo un tipo de láser sería significativamente mejor o una opción más segura para el procedimiento de remoción de brackets de ortodoncia¹³ y que tampoco se ha logrado estandarizar un protocolo exacto, con los resultados esperados.

Conclusiones

Los Brackets monocristalinos en comparados con los brackets policristalinos mostraron mayor resistencia al desalojo.

Los Brackets monocristalinos mostraron menor índice ARI al ser removidos sin la aplicación de láser diodo.

La aplicación de láser diodo descementó los Brackets policristalinos con un índice de adhesivo remanente situado en la escala 3.

Recomendaciones

Recomendamos a partir de esta prueba piloto, realizar más estudios con una muestra mayor de cada tipo de Bracket y con un rango menor de tiempo entre la aplicación de láser y el retiro en la Máquina Universal de Ensayos. Así mismo, se requiere evaluar los efectos térmicos sobre la pulpa.

Agradecimientos

Los autores agradecen al laboratorio de Materiales Cerámicos Y Compuestos de La Escuela de Ingeniería de la Universidad del Valle y al Doctor Sergio Velázquez por su contribución en la realización del estudio

Conflicto de interés

Los autores declaran que no tienen conflictos de intereses.

Bibliografía

1. Nakada N, Uchida Y, Inaba M, Kaetsu R, Shimizu N, Namura Y, et al. Pain and removal force associated with bracket debonding: A clinical study. *J Appl Oral Sci.* 2021;29.
2. Han X, Liu X, Bai D, Meng Y, Huang L. Nd:YAG Laser-aided ceramic brackets debonding: Effects on shear bond strength and enamel surface. *Appl Surf Sci.* 2008 Nov 15;255(2):613–5.
3. Ghazanfari R, Nokhbatolfoghahaei H, Alikhasi M. Laser-Aided ceramic bracket debonding: A comprehensive review. Vol. 7, *Journal of Lasers in Medical Sciences. Laser Application in Medical Sciences Research Center*; 2016. p. 2–11.
4. Subramani K, Bollu P. Debonding of Orthodontic Ceramic brackets: A comprehensive review of the literature – Part 1. *IP Indian J Orthod Dentofac Res.* 2020 Sep 28;6(3):109–13.
5. Krell K V, Courey JM, Bishara SE. Orthodontic bracket removal Using conventional and ultrasonic debonding techniques, enamel loss, and time .requirements.
6. Bishara SE, Fehr DE. Ceramic Brackets: Something Old, Something New, A Review. 1997.
7. Mirhashemi AH, Hosseini MH, Chiniforush N, Soudi A, Moradi M. Shear Bond Strength of Rebonded Ceramic Brackets Using Four Different Methods of Adhesive Removal [Internet]. Vol. 15, *Journal of Dentistry.* 2018. Available from: www.jdt.tums.ac.ir
8. Bishara SE, Orth D, Trulove TS. Comparisons of different debonding ceramic brackets: An in vitro study techniques for Part II. Findings and clinical implications.
9. Dostalová T, Jelínková H, Šulc J, Němec M, Fibrich M, Jelínek M, et al. Bond strengths evaluation of laser ceramic bracket debonding. *Laser Phys.* 2012;22(9):1395–400.
10. Maturo P, Perugia C, Docimo R. Versatility of an 810 nm diode laser in pediatric dentistry. *Oral Pathol Oral Med.* 2015;(April):161–72.
11. Khalil AS, Tamish NM, Elkalza AR. Assessment of chemical, ultrasonic, diode laser, and Er:YAG laser application on debonding of ceramic brackets. *BMC Oral Health.* 2022 Dec 1;22(1).
12. Ricketti B. Diode Laser Characteristics. 2015;2754(March):1–7.
13. Mesaroş A, Mesaroş M, Buduru S. Orthodontic Bracket Removal Using LASER-Technology—A Short Systematic Literature Review of the Past 30 Years. Vol. 15, *Materials.* MDPI; 2022.
14. Stein S, Kleye A, Schauseil M, Hellak A, Korbmacher-Steiner H, Braun A. 445-Nm Diode Laser-Assisted Debonding of Self-Ligating Ceramic Brackets. *Biomed Tech.* 2017;62(5):513–20.
15. Sinaee N, Salahi S, Sheikhi M. Evaluation of the effect of diode laser for debonding ceramic brackets on nanomechanical properties of enamel. *Dent Res J (Isfahan).* 2018;15(5):354–60.
16. Feldon PJ, Murray PE, Burch JG, Meister M, Freedman MA. Diode laser debonding of ceramic brackets. *Am J Orthod Dentofac Orthop [Internet].* 2010;138(4):458–62. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.ajodo.2008.11.028>
17. Ahrari, F., Heravi, F., Fekrazad, R., Farzanegan, F. y Nakhaei, S. (2012). ¿El láser ultrapulso de CO(2) reduce el riesgo de daño del esmalte durante el descementado de brackets cerámicos? *Láseres en Ciencias Médicas* , 27 (3), 567–574. <https://doi.org/10.1007/s10103-011-0933-y>
18. Feldon, PJ, Murray, PE, Burch, JG, Meister, M. y Freedman, MA (2010). Descementado con láser de diodo de brackets cerámicos. *Revista estadounidense de ortodoncia y ortopedia dentofacial: Publicación oficial de la Asociación estadounidense de ortodoncistas, sus sociedades constituyentes y la Junta estadounidense de ortodoncia* , 138 (4), 458–462. <https://doi.org/10.1016/j.ajodo.2008.11.028>
19. Bishara, SE, Ostby, AW, Laffoon, J. y Warren, JJ (2008). Grietas en el esmalte y falla de los

brackets cerámicos durante el descementado in vitro. *The Angle Orthodontist* , 78 (6), 1078–1083. <https://doi.org/10.2319/112007-540.1>

20. Alessandri Bonetti, G., Zanarini, M., Incerti Parenti, S., Lattuca, M., Marchionni, S. y Gatto, MR (2011). Evaluación de las superficies de esmalte después del descementado de brackets: un estudio in vivo con microscopía electrónica de barrido. *Revista estadounidense de ortodoncia y ortopedia dentofacial: Publicación oficial de la Asociación estadounidense de ortodoncistas, sus sociedades constituyentes y la Junta estadounidense de ortodoncia* , 140 (5), 696–702. <https://doi.org/10.1016/j.ajodo.2011.02.027>
21. Suliman, SN, Trojan, TM, Tantbirojn, D. y Versluis, A. (2015). Pérdida de esmalte tras el descementado de brackets cerámicos: un análisis cuantitativo in vitro. *El ortodoncista angular* , 85 (4), 651–656. <https://doi.org/10.2319/032414-224.1>
22. Choudhary, G., Gill, V., Reddy, YNN, Sanadhya, S., Aapaliya, P. y Sharma, N. (2014). Comparación de las características de descementado de los instrumentos de descementado convencionales y nuevos utilizados para brackets cerámicos, de composite y metálicos: un estudio in vitro. *Revista de investigación clínica y diagnóstica: JCDR* , 8 (7), ZC53-5. <https://doi.org/10.7860/JCDR/2014/9370.4617>
23. Lopes Filho, H., Maia, LEG, Araújo, MVA, & Ruellas, ACO (2012). Influencia de las propiedades ópticas de los brackets estéticos (color, translucidez y fluorescencia) en la percepción visual. *Revista estadounidense de ortodoncia y ortopedia dentofacial: Publicación oficial de la Asociación estadounidense de ortodoncistas, sus sociedades constituyentes y la Junta estadounidense de ortodoncia* , 141 (4), 460–467. <https://doi.org/10.1016/j.ajodo.2011.10.026>
24. Khalil, AS, Tamish, NM y Elkalza, AR (nd). *Evaluación de diferentes técnicas para el descementado de brackets cerámicos (estudio in vitro)* . Ekb.Eg. Recuperado el 26 de julio de 2022, de https://eos.journals.ekb.eg/article_223734_a0f7b081932ceb9df55daa8f330f8d9b.pdf
25. Yassaei, S., Aghili, H. y Ebrahimi-Nik, Z. (2018). Diferentes modos de irradiación con láser de diodo: efectos sobre la superficie del esmalte y la temperatura intrapulpar en el descementado: Láser de diodo para descementado. *Terapia con láser* , 27 (3), 214–218. https://doi.org/10.5978/islsm.27_18-OR-20

