

Descementación de brackets con láser Erblio (er: YAG/ er, cr: YSGG) y técnica convencional

Luz Andrea Velandia Palacio¹
Karen Tatiana Alfonso Salgado²

Resumen

Recientemente se han introducido las técnicas con láser para facilitar la remoción de brackets y disminuir las alteraciones del esmalte post descementación. A través de una revisión de literatura evaluar los efectos de la descementación de brackets sobre la superficie del esmalte con láser Erblio (ER: YAG/ Er, Cr: YSGG) y técnica convencional. Los resultados de los estudios reportados y elegidos para la presente revisión sugieren una relación estrecha de presencia de microfisuras del esmalte según la técnica de descementación usada y el uso del laser Erblio muestra una menor frecuencia de microfisuras/microfracturas con la configuración precisa del láser ER: YAG/ Er, Cr: YSGG. Sin embargo, es necesario definir parámetros estandarizados de configuración del laser Erblio para implementarlo en la descementación de brackets en la práctica clínica.

Palabras clave: Descementación de Brackets, microfisuras de esmalte, daño dental, técnicas de descementación, láser Er: YAG/Er, Cr: YSGG.

Decementation of brackets with Erbium laser (er: yag/ er, cr: ysgg) and conventional technique

Abstract

Recently, laser techniques have been introduced to facilitate the removal of brackets and reduce enamel alterations after debonding. Through a literature review we evaluated the effects of bracket debonding on the enamel surface with Erbium laser (ER:YAG/Er, Cr:YSGG) and conventional technique. The results of the studies reported and chosen for this review suggest a close relationship between the presence of enamel microcracks according to the decementation technique used and the use of the Erbium laser shows a lower frequency of microcracks/microfractures with the precise configuration of the ER: YAG/ Er, Cr: YSGG laser. However, it is necessary to define standardised Erbium laser configuration parameters in order to implement it in the decementation of brackets in clinical practice.

Keywords: Bracket debonding, enamel microcracks, dental damage, de-debonding techniques, Er: YAG / Er, Cr: YSGG laser.

Recibido: Mar 2022, Aceptado: Abr 2022, Publicado: May 2022

Citación:

Velandia LA, Alfonso KT. Descementación de brackets sobre la superficie del esmalte con láser Erblio (er: YAG/ er, cr: YSGG) y técnica convencional. Revisión narrativa. Journal Odont Col. 2022;15(29):29-38

1. Odontóloga-Especialista en odontología legal y forense-Especialista en ortodoncia y ortopedia maxilar, Docente Institución Universitaria Colegios de Colombia, sede Cali (Valle del cauca)
2. Odontóloga-Magister en salud pública y desarrollo social. Residente de ortodoncia y ortopedia Maxilar UNICOC

Autor responsable de correspondencia: Luz Andrea Velandia Palacio
Correo electrónico: velandiap@unicoc.edu.co

Introducción

Uno de los factores para el éxito en ortodoncia convencional es una adecuada fijación del bracket a la estructura dental, lo cual permite realizar diferentes movimientos en los planos del espacio y la consiguiente corrección de las malposiciones dentales. Sin embargo, se ha observado que los procedimientos de descementación de brackets de ortodoncia pueden causar daños en la estructura del esmalte(1).

Los procesos de desmineralización utilizados en los procedimientos de adhesión de aparatología ortodóntica (brackets, tubos, bandas, botones, retenedores, etc.) afectan de forma irreversible el esmalte y generan microporosidades e irregulares en las cuales se adhieren y forman los tags de resina que una vez removidos pueden ocasionar las microfracturas o fisuras del esmalte (2).

La descementación y el retiro del material adhesivo residual de la superficie del esmalte es uno de los pasos más críticos e importantes en el tratamiento de Ortodoncia. Este proceso se lleva a cabo mediante diferentes métodos; algunos profesionales usan la técnica convencional o manual que consiste en el desprendimiento del bracket de la superficie del esmalte mecánicamente utilizando pinzas para su remoción, mientras que otros optan por el uso de técnicas más novedosas como el Láser Er:YAG (Granate de aluminio e itrio dopado con Erblio), Er,Cr:YSGG (Erblio, Cromo: Granate de galio e Itrio), CO₂ (Dióxido de carbono), Nd:YAG (Granate de aluminio e itrio dopado con Neodimio) y el láser diodo.(3,4) Actualmente se ha incrementado el uso del láser en odontología, ya que sirve como complemento o reemplazo de algunos procedimientos convencionales, indicados en la remoción de caries, gingivectomías, frenectomía y exposición quirúrgica de los dientes.5 En ortodoncia es usado para la aceleración del movimiento de los dientes, el control del dolor y regeneración ósea, así como su uso en la adhesión de brackets y procedimientos de descementación(6). En este último procedimiento el uso del láser busca degradar la resistencia de la resina que conecta el diente al bracket a través de ablandamiento térmico, ablación térmica o fotoablación facilitando así su desprendimiento (7).

Los efectos de la descementación de los brackets sobre el esmalte dental y específicamente en las microfisuras han sido evaluadas en la literatura (8-11); sin embargo, no existe evidencia científica suficiente que sintetice y analice los hallazgos y características del esmalte y las microfisuras posterior a la descementación de brackets metálicos y cerámicos con técnica convencional y asistida por láser Er: YAG / Er, Cr: YSGG.

Por lo cual el objetivo de este estudio es a través de una revisión de literatura evaluar los efectos de la descementación de brackets sobre la superficie del esmalte con láser Erbio (ER:YAG/ Er,Cr: YSGG) y técnica convencional.

Metodología

Esta revisión se llevó a cabo mediante la revisión bibliográfica de artículos indexados en las bases de datos Medline y Pubmed entre los años 2013 y 2021 con las palabras claves: Bracket debonding and enamel con la siguiente fórmula de búsqueda: (enamel damage OR enamel defect OR enamel crack OR enamel microcracks) AND (orthodontic debonding OR removal) AND orthodontic AND (ceramic bracket OR metal bracket OR ceramic and metal bracket) AND (laser OR Er Cr YSGG laser OR Er YAG laser).

La selección de los artículos se realizó por un evaluador teniendo en cuenta criterios de inclusión como: estudios en inglés, correspondientes a artículos de estudios acerca de descementación de brackets metálicos y cerámicos con técnica convencional (manual) y/o láser y su relación con las microfisuras, que especifiquen el tipo de láser e intensidad usada para la descementación de brackets, que evalúen microfisuras antes y después de la descementación ortodóntica.

Por otro lado, los criterios de exclusión que se tuvieron en cuenta fueron estudios con dientes con fluorosis del esmalte, dientes con tratamiento ortodóntico previo y con alteraciones (restauraciones extensas, caries, tratamiento endodóntico previo), y aquellos que no evaluaron la resistencia al cizallamiento.

Resultados

La estrategia de búsqueda arrojó 47 registros, (20) de Medline y (27) de Pubmed; se filtran por criterios de inclusión y se obtienen (14) de Medline de los cuales se descartaron (6) por tema, 1 por tipo de estudio, 1 por tipo de láser usado y 1 duplicado. Mientras que de Pubmed se filtran por criterios de inclusión, se obtienen 16 registros de los cuales se descartan 15 por duplicidad con la base de datos Medline, solo se obtiene 1 artículo para la revisión para un total de seis artículos de Medline y Pubmed. (Figura 1)

De los seis artículos incluidos, cuatro de ellos describen los resultados de la descementación ortodóntica solo con técnica láser Er: YAG (12-15) y uno describe el uso tanto de Er: YAG como de Er, Cr: YSGG (16), solo una revisión sistemática evaluó la descementación convencional y las microfisuras del esmalte (17).

En la literatura seleccionada dos artículos evaluaron el papel de la descementación con láser Er: YAG en brackets metálicos y cerámicos (12, 13) y uno de los estudios menciona los resultados en brackets cerámicos (BC) y brackets metálicos (BM) con técnica convencional con pinzas (17), los estudios restantes registran sus resultados solo sobre BC con láser Er: YAG (14, 15) y uno demuestra resultados en BC/BM con los dos tipos de láser. (16). (Tabla 1)

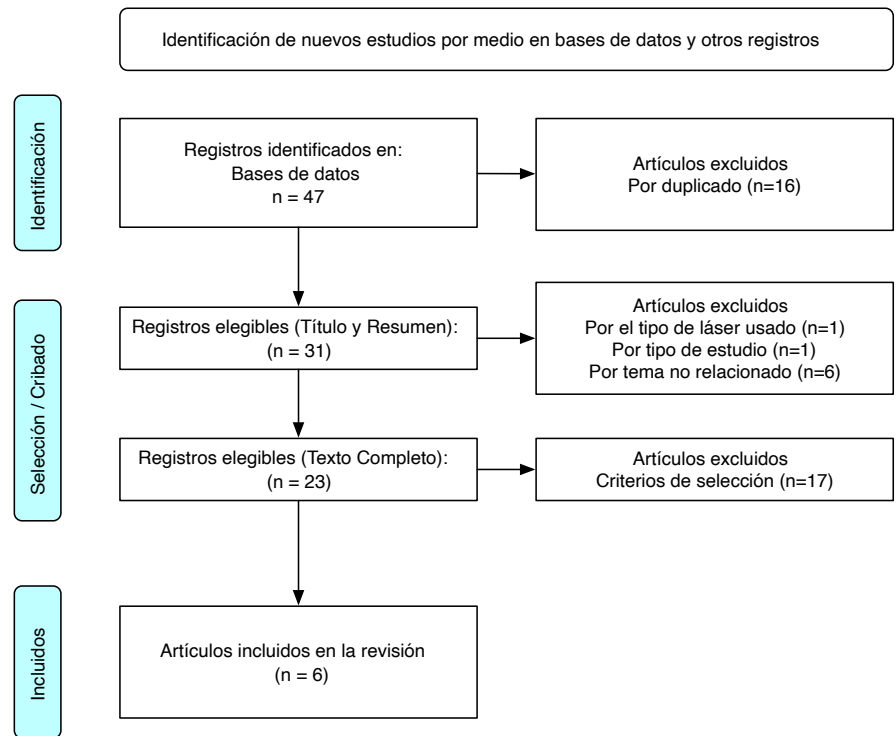


Figura 1. Flujograma de selección de registros (PRISMA)

Tabla 1. Tipos de brackets utilizados en los seis estudios seleccionados

Tipos de brackets	Cantidad	No. Estudio
Brackets cerámicos (BC)	3	I, IV, VI
Brackets metálicos y cerámicos (BM/BC)	3	II, III, V
Total	6	6

En los artículos analizados se describe las alteraciones de la superficie del esmalte posterior a la descementación ortodóntica en términos de daños microestructurales, grietas del esmalte, ausencia de daños del esmalte, microfisuras del esmalte y finalmente rupturas del esmalte los cuales concuerdan con que la técnica láser no representa riesgos de generar microfisuras del esmalte en la descementación y sugieren una gran relación del aumento de las mismas en la descementación con la técnica convencional (17), solo el estudio de Hoteit (16) identifica algunos cambios microestructurales menores con el uso de Er:YAG.

Los resultados de la revisión sugieren que el uso de láser para la descementación de brackets metálicos y cerámicos es eficaz y requiere de una técnica simple como lo describen los estudios de Dostalova, Grzech-lesniak y Nalbantgil (12, 13, 15) y permite disminuir el dolor en la descementación al ser comparado con la técnica convencional, sin embargo, los estudios concuerdan que es necesario adoptar una técnica para retirarlos sin riesgos de broncoaspiración.

En el análisis se destaca que tan solo dos artículos (12, 13) mencionan el sistema adhesivo utilizado siendo para el primero el Transbond XT vs el sistema Variolink set II profesional y en el segundo caso es usado el sistema adhesivo Blugloo. Se identifica que se produce menor cantidad de residuos de adhesivo sobre la superficie del esmalte al usar el Sistema Variolink comparado con el sistema Transbond XT al utilizar la técnica láser para descementación de brackets cerámicos, observando que la mayor cantidad de resina permaneció en el bracket y no en el esmalte por lo que solo requirió el pulido y acabado del esmalte.

Según el método de evaluación de la integridad del esmalte se destaca el uso de Microscopia electronica de barrido (Scanning Electron Microscope - SEM) y se reportan los hallazgos de analisis sobre la superficie del esmalte posterior a la descementación. En las seis investigaciones se hace uso de técnica de microscopia electrónica de barrido (SEM), en el artículo de Grzech-lesniak (8) adicionalmente se usa la espectroscopia de energía dispersa de rayos x (EDS) la cual permitió evaluar los cambios en el esmalte dental posterior a la descementación ortodóntica, y en particular, evaluar los porcentajes de calcio presentados después de la remoción de los brackets metálicos o cerámicos, siendo mayor este en los brackets metálicos que en los cerámicos, reconociendo mayor riesgo de microfisuras en los cerámicos. (Tabla 2)

Tabla 2. Descripción del método de evaluación y hallazgos

No.	Método de evaluación	Hallazgos
I	SEM	El láser Er, Cr: YSGG respetó la integridad del esmalte dental y el láser Er: YAG menos microfisuras, aunque presenta algunos cambios microestructurales del esmalte en comparación con el método convencional.
II	SEM y EDS	No se mostraron grietas del esmalte posterior a la descementación con Er:YAG en comparación con el grupo control.
III	SEM	Se confirma que no hay daños del esmalte con el análisis SEM al usar el láser Er: YAG en brackets cerámicos y disminuye significativamente la falla de la unión y la cantidad de adhesivo restante.
IV	SEM	No se muestran daños en la superficie del esmalte.
V	SEM	Existe fuerte evidencia de que después de la desunión del bracket con técnica convencional aumenta el número de microfisuras.
VI	SEM	Todos los tiempos de láser fueron efectivos para despegar sin causar roturas del esmalte o fallas en los brackets.

Discusión

Teniendo en cuenta la creciente demanda en estética y tecnología, se genera la necesidad de ofrecer al paciente las alternativas de tratamiento que sean seguras y manteniendo la estructura dental y la estética. Con este fin el objetivo de este estudio es revisar y sintetizar la evidencia disponible en la literatura de estudios que evalúen la superficie del esmalte y las microfisuras posterior a la descementación de brackets metálicos y cerámicos con técnica convencional y asistida por láser Er: YAG / Er, Cr: YSGG y analizar la seguridad de las dos técnicas sobre la superficie del esmalte.

El uso del láser Er: YAG y Er,Cr:YSGG particularmente ha demostrado un gran potencial

en la descementación de brackets tanto metálicos como cerámicos.

Dicha acción se logra mediante la ablación termomecánica de los brackets, pero es vital asegurarse que la remoción de los brackets mediada por láser cumpla con ciertas características como lo refieren algunos autores como Dostalova, Mundethu y Hoteit (12,14,16) quienes coinciden en una configuración de longitud de onda de 2.490- 2,940nm de potencia, energía de pulso de 280mJ- 600mJ, duración desde 800 microsegundos - 140seg, y punta de fibra de zafiro cilíndrica.

Difieren en cuanto a la distancia desde la cual se irradia con láser el bracket Metálico o cerámico para la descementación de 0mm (14) o de 1mm o 2mm (12) sin embargo, el único parámetro cambia es la capacidad de impedir que sean causa de broncoaspiración de la aparatología por parte del paciente al descementarse y no estar sujeto a la punta de la fibra.

Mundethu y cols. (14) demostraron que en un 95% de los casos una pulsación fue suficiente para generar la remoción de los BC, mientras que solo un 5% requirió de la pulsación de 8 veces del láser para su remoción.

Dostalova, (12) reitero en su estudio que la radiación con láser es eficaz para la descementación segura, sin embargo, enfatizo que depende del tipo de material usado para la adhesión de los brackets y de la composición de los brackets mismos. Ellos demostraron que los brackets cerámicos de tipo monocristalino permiten más fácilmente el paso de la radiación con láseres comparados con los policristalinos. Además, los reportes indican que la remoción de los brackets mediante la técnica láser disminuye considerablemente el Índice de puntuación del índice de remanente de adhesivo (ARI) que clasifica en 3 categorías así: 0 = sin restos de adhesivo, 1 = menos del 50% de adhesivo, 2 = más el 50% de adhesivo y 3 = 100% de adhesivo remanente; En las imágenes SEM se aprecia que la mayor cantidad de adhesivo se halla en la superficie de donde se realiza la descementación con el método convencional e incluso compuestos de los brackets cerámicos.(17)

Otro aspecto importante señalado por diversos autores (12, 13, 15, 16) es la necesidad de realizar la ablación termomecánica con el láser y posteriormente usar una pinza convencional para el retiro, sin embargo, el estudio de Mundethu (14) refiere que se puede lograr sin necesidad de usar una pinza quita brackets y fuerza externa, pues este se desprende de la superficie del esmalte mediante la pulsación del láser en los casos de BC policristalinos. Se observa un consenso de la gran mayoría de autores (12-16) con respecto a la configuración de funcionamiento de los láseres y se determina que es vital la concentración de agua/aire, potencia, energía, frecuencia, tiempo y el método de irradiación, para disminuir la alteración topográfica de la superficie del esmalte posterior a la descementación y se hace énfasis en la utilidad del sistema de refrigeración en los láseres Erbio.

Aun cuando el objetivo de esta revisión no es identificar los cambios térmicos intrapulpares posterior a la descementación con el sistema láser, cabe anotar que en tres de los estudios (12,13,15) concluyen que con la configuración precisa del equipo no se sobrepasan los 3.2°C, es decir, no se producen daños al tejido pulpar, más sin embargo resulta poco coherente arrojar este resultado con investigaciones netamente basadas en experimentos in vitro y con tan pocos estudios del Er, Cr: YSGG. (Tabla 3)

Microfisuras

Existe gran correlación entre el método de descementación utilizado en ortodoncia y el daño en la superficie del esmalte representado por las microfisuras, y el análisis de la superficie adamantina con Microscopia electrónica de barrido (SEM) que permite evaluar los cambios en el esmalte dental posterior a la descementación ortodóntica. (17)

A pesar de que existen numerosos métodos para evaluar la superficie del esmalte en estudios in vitro tales como: Estereomicroscopia, perfilometría óptica confocal, Tomografía de coherencia óptica, (OCT interferometría de baja coherencia), perfilómetro óptico confocal, el ultrasonido y finalmente el SEM (microscopia electrónica), se reconoce como método de elección en estos estudios, siendo útil en la evaluación de las microfisuras del esmalte de forma directa, con una mejor resolución que genera un aumento hasta de 2 millones de veces comparado con la estereomicroscopia, y que la microscopia óptica, ofrece la posibilidad de visualización 3D de un objeto y es una técnica altamente sensible.(17)

En los estudios analizados se limitan a mencionar la integridad del esmalte dental, como pérdida de esmalte o microfisuras (16) microfisuras (12,13) fracturas del esmalte (14) microfisuras del esmalte evaluadas en número, ancho y largo (17) grietas y daños del esmalte (15).

Algunos artículos hacen mención al tiempo de irradiación de 6 segundos y el uso de una técnica de barrido circular que disminuye el aumento de la temperatura intrapulpar, indicando que esta no supera los 3,2°C, encontrándose por debajo del límite capaz de generar lesiones como dolor, necrosis, reabsorción radicular externa y anquilosis dental. (Tabla 3)

Limitaciones

Aunque no se observaron fallas metodológicas en los estudios seleccionados, la calidad fue moderada y los resultados no permiten una extrapolación directa al campo clínico.

La mayor parte de los artículos limitó la evaluación de la superficie del esmalte a la presencia o ausencia de microfisuras y no se evaluaron características como número, ancho o largo de las microfisuras encontradas posterior a la descementación.

Tabla 3. Artículos elegidos para la revisión

Autor	Tipo de estudio	Ano	Tipo de bracket	Técnica usada	Intensidad láser	Lesión en esmalte	Temperatura	Simplicidad de la técnica
Hotert M, Nammour S, Zemoun T	Investigación animal in vitro	2020	BC	Er,Cr YSGG YSGG ErYAG	Er, Cr YSGG (4W/20 Hz y 5W/20Hz, Er YAG (100 mJ/40 Hz and 120 mJ/40 Hz)	El láser Er, Cr YSGG respetó la integridad del esmalte dental y el láser Er YAG menos microfisuras aunque presenta algunos cambios microestructurales del esmalte en comparación con el método convencional	No evaluado	Si Más sencilla para Er YAG y menos microfisuras
Grzech-Leśniak, K, Matys, J, Zmuda-Stawowiak, D., Mroczka, K, Dommiak, M, Brugnera Junior, A Se olean A	Experimental casos y controles	2018	BM/BC	ErYAG	ErYAG (2940 nm 3 4W.170 mJ/20 Hz. Irradiación x 6 seg	No se mostraron grietas del esmalte posterior a la descementación con Er YAG en comparación con el grupo control	Menor aumento de temperatura con el método de escaneo (media 0,83°C) en comparación con la técnica de movimiento circular alrededor del bracket cerámico (media 1,78°C; p = 0,0001) o los brackets metálicos (media 1,29°C; p = 0,015)	No reporta
Dostalova T, Jeilmkova H Remes M, Šulc, J, & Némec M	Experimental casos y controles	2016	BM/BC	ErYAG	ErYAG (280 mJ, 250ps/6 Hz, 1 mm de angulación de fibra, 140 seg)	Se confirma que no hay daños del esmalte con el análisis SEM al usar el láser Er YAG en brackets cerámicos y disminuye significativamente la falla de la unión y la cantidad de adhesivo restante	el aumento de temperatura fue limitado (de 2°C a 3,2°C) también para brackets metálicos	Si
Mundethu A, Gurknecht N Franzen R	Estudio transversal	2014	BC	ErYAG	ErYAG (600 mJ '800 ps/1 3 mm de angulación de la fibra)	No se muestran daños en la superficie del esmalte	No evaluado	No reporta
Dumbryte 1 Vebriene J, Linkeviciene L, Mahnauskas M	Revisión sistemática y metaanálisis	2018	BM/BC	Manual	No evaluado	Existe fuerte evidencia de que después de la desunión del bracket con técnica convencional aumenta el número de microfisuras	No evaluado	No reporta
Diöem Nalbantgöl M Oguz Oztoprak, Murat Tozlu, Tuñn Arun	Expenmental casos y controles	2011	BC	ErYAG	ErYAG (2,940 nm, 140 mJ/30 Hz) 1mm-2 mm	Todos los tiempos de láser fueron efectivos para despegar sin causar roturas del esmalte o fallas en los brackets	Los aumentos de temperatura para todos los grupos de estudio se midieron por debajo del punto de referencia de 5.5 °C y se determina que es proporcional a la extensión de la duración del láser Er YAG	Si

Conclusiones

El análisis de los artículos seleccionados indica que se requiere la definición de los parámetros y la configuración específica del uso de los láseres dopados con Erblio durante la descementación para influir positivamente en la conservación de la topografía del esmalte e impedir la aparición de microfisuras; Además, se observó una reducción en las microgrietas con el uso de los láseres Erblio en comparación con la descementación convencional, donde al sobrepasar la fuerza de carga de tracción de 14,6 Mpa se generaron alteraciones en la topografía del esmalte.

Para poder aconsejar el uso rutinario del láser en clínica se requiere contar con más estudios experimentales que permitan establecer un protocolo de uso y configuración precisa del láser Er: YAG y Er, Cr: YSGG.

Se sugieren mayores estudios que evalúen la variable del sistema adhesivo, ya que uno de los estudios concluyó que el uso de Variolink set II Professional produjo menor índice de remanente adhesivo sobre la superficie del esmalte comparado con el sistema Transbond XT al usar láser como método de descementación de brackets cerámicos, lo cual podría representar un beneficio para los pacientes que presenten este tipo de ortodoncia.

Referencias

1. Dalaie K, Fatemi SM, Behnaz M, Ghaffari S, Hemmatian S, Soltani AD. Effect of different debonding techniques on shear bond strength and enamel cracks in simulated clinical set-ups. *J World Fed Orthod* [Internet]. 2020;9(1):18–24. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.ejwf.2019.11.003>.
2. Dumbryte I, Veabriene J, Linkeviciene L, Malinauskas M. Enamel microcracks in the form of tooth damage during orthodontic debonding: a systematic review and meta-analysis of in vitro studies. *Eur J Orthod*. 2018;40(6):636–48.
3. Fan X-C, Chen L, Huang X-F. Effects of various debonding and adhesive clearance methods on enamel surface: an in vitro study. *BMC Oral Health*. 2017;17(1).
4. Azzeh E, Feldon PJ. Laser debonding of ceramic brackets: a comprehensive review. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*. 2003 Jan;123(1):79-83.
5. Deppe H, Horch H-H. Laser applications in oral surgery and implant dentistry. *Lasers Med Sci* 2007;22(4):217–21.
6. Fornaini C, Merigo E, Vescovi P, Lagori G, Rocca J. Use of laser in orthodontics: applications and perspectives. *Laser Ther* 2013;22(2):115–24.
7. Tocchio RM, Williams PT, Mayer FJ, Standing KG. Laser debonding of ceramic orthodontic brackets. *Am J Orthod Dentofac Orthop* 1993;103:155–163
8. Dumbryte I, Veabriene J, Linkeviciene L, Malinauskas M. Enamel microcracks in the form of tooth damage during orthodontic debonding: a systematic review and meta-analysis of in vitro studies. *Eur J Orthod*. 2018 Nov 30;40(6):636-648. doi: 10.1093/ejo/cjx102. PMID: 29474541.
9. Hoteit M, Nammour S, Zeinoun T. Assessment of microcracks and shear bond strength after debonding orthodontic ceramic brackets on enamel priorly etched by different Er,Cr:YSGG and Er:YAG laser settings without acid application: An in vitro study. *Int Orthod*. 2019 Dec;17(4):744-757. doi: 10.1016/j.ortho.2019.08.019. Epub 2019 Sep 19. PMID: 31543426.
10. Nimplod P, Tansalarak R, Sornsuwan T. Effect of the different debonding strength of metal and ceramic brackets on the degree of enamel microcrack healing. *Dental Press J Orthod*. 2021 Jun 25;26(3):e2119177. doi: 10.1590/2177-6709.26.3.e2119177.oar. PMID: 34190770; PMCID: PMC8238422.
11. Dumbryte I, Malinauskas M. In vivo examination of enamel microcracks after orthodontic debonding: Is there a need for detailed analysis? *Am J Orthod Dentofacial Orthop*. 2021 Feb;159(2):e103-e111. doi: 10.1016/j.ajodo.2020.09.013. Epub 2020 Dec 31. PMID: 33390312.
12. Dostalova T, Jelinkova H, Remes M, Šulc J, Němec M. The Use of the Er: YAG Laser for Bracket Debonding and Its

- Effect on Enamel Damage. *Photomedicine and Laser Surgery*. 2016;(o):4115.
13. Grzech-Leśniak K, Matys J, Żmuda-Stawowiak D, Mroczka K, Dominiak M, Brugnera Junior A, et al. Er: YAG Laser for Metal and Ceramic Bracket Debonding. *En* 2018. p. 4412.
 14. Mundethu AR, Gutknecht N, Franzen R. Rapid debonding of polycrystalline ceramic orthodontic brackets with an Er: YAG laser: an in vitro study. *Lasers in Medical Science*. 2013;29(5):1551–1556.
 15. Nalbantgil D, Oztoprak MO, Tozlu M, Arun T. Effects of different application durations of ER: YAG laser on intrapulpal temperature change during debonding. *Lasers in Medical Science*. 2010;26(6):735–740.
 16. Hoteit M, Nammour S, Zeinoun T. Evaluation of Enamel Topography after Debonding Orthodontic Ceramic Brackets by Different Er, Cr: YSGG and Er: YAG Lasers Settings. *Dentistry Journal*. 2020;8(1).
 17. Dumbryte I, Vebriene J, Linkeviciene L, Malinauskas M. Enamel microcracks in the form of tooth damage during orthodontic debonding: a systematic review and meta-analysis of in vitro studies. *Eur J Orthod*. 2018;40(6):636–48