



FUERZA DE ADHESIÓN Y TIPO DE FALLA DE UN SISTEMA ADHESIVO AUTOGRABADOR EN LA DESCEMENTACIÓN DE BRACKETS METÁLICOS, SOMETIDOS A UN PROTOCOLO DE CICLAJE TERMICO.

* Baron A., García M¹.

** Pacheco D².

***Parra D³.

****López de Mesa C⁴

RESUMEN

OBJETIVO: Establecer la fuerza de adhesión y el tipo de falla de un sistema adhesivo autograbadore en la descementación de brackets metálicos, simulando un año y medio de tratamiento. **MÉTODO:** Estudio experimental in vitro con muestras de 60 premolares humanos, divididos en dos grupos A (sin termociclaje) y B (con termociclaje a 5000 rps), a los que se les cementaron brackets metálicos con adhesivo autograbadore Transbond SEPs. Se evaluó la fuerza a la descementación por cizalla con INSTRON, se analizó cualitativamente y cuantitativamente por medio de estereomicroscopia el tipo de falla de adhesión en la interfase bracket- esmalte. **RESULTADOS:** Al realizar el análisis estadístico se obtuvo como resultado, que el máximo esfuerzo en cizalla para el grupo A (sin termociclaje) fue $X=5,37 \pm 1,17$ Mpa; mientras que el Grupo B (con termociclaje) presentó ($X=5,80 \pm 1,60$) Mpa. No hubo diferencia estadísticamente significativa ($p=0,242$) entre ambos grupos. Para el tipo de falla se encontró que la "tipo adhesiva" fue más frecuente en el grupo B (con termociclaje) ($n=21$, 70%) que el grupo A (sin termociclaje) ($n=17$, 56,7%). Al comparar el tipo de falla en los dos grupos, no se observó diferencia estadísticamente significativa ($p=0,541$). **CONCLUSIÓN:** Los adhesivos autograbadores proveen un rango de fuerza a la descementación por cizalla entre 5.59 ± 1.41 Mpa. Los Seps producen un patrón de grabado superficial que minimizan la pérdida del esmalte. Las muestras del grupo A y B al ser sometidas al protocolo de termociclaje (5.000 rps) no registraron diferencias significativas en cuanto a la fuerza de descementación de los brackets metálicos.

Palabras Clave: Adhesivo auto grabador – termociclaje – resistencia al cizallamiento – tipo de falla adhesiva

ABSTRACT

OBJECTIVE: To determine the adhesion strength and type of failure of a self-etching adhesive system on the debonding of metal brackets, simulating a year and a half of treatment. **METHODS:** In vitro experimental study on samples of 60 human premolars were divided into two groups A (no thermocycling) and B (with thermocycling at 5000 rps), which are metal brackets cemented with Transbond self-etching adhesive SEPs. Force to shear debonding was assessed with INSTRON, the type of bond failure was qualitatively and quantitatively analyzed by stereomicroscopy in bracket- enamel interface, **RESULTS:** When the statistical analysis was obtained as a result, the maximum shear stress in group A (no thermocycling) was $5.37 \pm X = 1.17$ MPa; while Group B (with thermocycling) presented ($X = 5.80 \pm 1.60$) MPa. There was no statistically significant difference ($p = 0.242$) between both groups. For the type of fault is found the "sticky type" was more frequent in group B (with thermocycling) ($n = 21$, 70%) than group A (no thermocycling) ($n = 17$, 56.7%) . In comparing the rate of failure in the two groups, no statistically significant difference ($p = 0.541$) was observed. **CONCLUSION:** The self-etching adhesives provide a range of force to shear debonding between 5.59 ± 1.41 MPa. The Seps produce a pattern of shallow engraving that minimize the loss of enamel. Samples of group A and B when subjected to thermal cycling protocol (rps 5000) reported no significant differences in the strength of debonding of metal brackets.

Keywords: Self-Etch Adhesive - thermocycling - shear bond strength - type of adhesive failure

- 1- Residentes de ortodoncia y ortopedia maxilar.
- 2-Asesor científico.
- 3- Asesor metodológico.
- 4- Asesor estadístico.

INTRODUCCIÓN

Uno de los grandes desafíos que ha tenido la odontología actual ha sido la constante búsqueda de sistemas adhesivos que logren la adecuada unión (química ó mecánica) del adhesivo al sustrato. La adhesión en esmalte experimentó un avance desde que Buonocore propuso la utilización del grabado ácido por primera vez en 1955, revolucionando los protocolos adhesivos¹⁻³.

Tradicionalmente en ortodoncia, se utiliza el sistema adhesivo de tres pasos (ácido-primer-adhesivo)⁴. Aunque el éxito de dicho protocolo está demostrado²⁻⁴; estudios in vitro han referenciado la aparición de grietas y fracturas en la superficie del esmalte posterior a la descementación del bracket, motivando el desarrollo de nuevos materiales acondicionadores de este tejido dental.⁵⁻⁷

Particularmente los SEP (self - etching - primer) adhesivos autograbantes, pertenecen a una generación de sistemas adhesivos que logran combinar tres elementos en un solo envase, permitiendo grabar y aplicar el adhesivo en un solo paso^{6,8-9}. De esta forma se disminuye el patrón de desmineralización en la superficie del esmalte y el tiempo de trabajo del operador.^{8,9}

Turk y colaboradores señalan que numerosos estudios han publicado la eficacia de este adhesivo autograbador. Al comparar la fuerza de adhesión de éste con el sistema adhesivo convencional no se observó diferencias estadísticamente

significativa¹⁰⁻¹³. Sin embargo, Aljubouri y colaboradores¹⁴ observaron una resistencia al cizallamiento (SBS) menor con el uso de autograbador, mientras que Buyukyilmaz y colaboradores¹² y Bishara y colaboradores⁴⁻⁵ informaron valores significativamente más altos de la SBS.

Es importante también analizar el tipo de falla, la cual se evidencia al momento de la descementación del bracket, con el fin de determinar su verdadero efecto sobre el esmalte dental. Diversos autores toman como referencia la clasificación propuesta por el Medical College of Georgia¹⁵, quienes describen las cinco posibles opciones en las cuales se puede presentar la falla en la interfase bracket- esmalte:¹⁵

- RB: resina-*bracket* (adhesiva).
- RR: resina-resina (cohesiva).
- AE: adhesivo-esmalte (adhesiva).
- EE: esmalte-esmalte (cohesiva).
- ED: esmalte-dentina (adhesiva).

Por otra parte los estudios In Vitro son muy comunes a la hora de aclarar el comportamiento clínico de algunos materiales dentales a mediano y largo plazo, simulando las condiciones orales.¹⁶⁻¹⁷ Amaral y colaboradores¹⁷ describen el Ciclaje Térmico como un procedimiento que se ha venido realizando casi rutinariamente en procesos de evaluación de materiales, realizando inmersiones en agua a temperaturas entre 5 °C y 50°C, con repeticiones que van desde 10 rps (revoluciones por segundos) a 50,000 rps, con diferentes tiempos de residencia y de transferencia, con el objetivo de simular los cambios térmicos que se producen en la boca al comer, beber o respirar, y que

pueden afectar el comportamiento de los materiales en la cavidad oral.^{1,19}

Estudios recientes en la ortodoncia han utilizado varios números de ciclos térmicos; Trites y colaboradores²⁰ aproximan ciclos de 1500 rps entre 10°C y 50 °C después de 3 meses de almacenamiento; Bishara²⁻³ 500 ciclos entre 5 °C y 55 ° C y Faltermeier²¹ 6000 ciclos entre 5°C y 55 ° C; evidenciando la falta de protocolos claros que permitan la simulación aproximada a la realidad del medio oral, pero que son de utilidad para hacer estudios In Vitro y valorar el desempeño de los materiales dentales.^{16,20-21}

Considerando la gama de factores que influyen en la adhesión de brackets metálicos a esmalte, la efectividad de la misma y la variedad de sistemas adhesivos que se encuentran en el mercado, el objetivo del estudio es determinar la fuerza de adhesión y el tipo de falla de un adhesivo autograbadador en brackets metálicos posterior a su descementación, simulando un tiempo de exposición al medio oral in vitro utilizando un protocolo de Ciclaje Térmico.

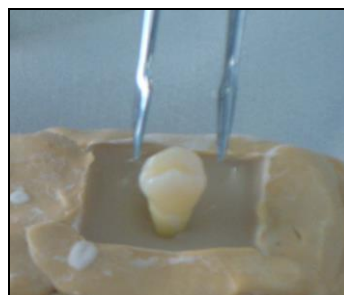
METODOS

Se realizó un estudio experimental in vitro con una muestra de sesenta primeros premolares superiores humanos derechos e izquierdos extraídos por indicación en tratamientos de ortodoncia. Inmediatamente a su extracción, se retiraron restos orgánicos de forma manual y se almacenaron en una solución de Cloramina T al 0.5% y a una temperatura de 5°C por un tiempo inferior a dos meses.

Como criterios de inclusión se tomaron premolares sanos que no presentaron alteraciones en el esmalte en sus caras vestibulares. Se excluyeron premolares con caries, enfermedad pulpar o periodontal y presencia de restauraciones en sus caras vestibulares. Los especímenes se distribuyeron aleatoriamente en dos grupos de treinta dientes cada uno. Al grupo A se le denominó *sin termociclaje*, y al grupo B, *con termociclaje*.

Para facilitar la manipulación de las muestras, estas fueron puestas en cubos de resina acrílica de 2 × 2 × 2 cm, teniendo en cuenta un rango de 3 mm de raíz expuesta para facilitar la medición de la corona clínica en el protocolo de cementación.(figura 1)

Figura 1. Preparación de Premolares en cubos de acrílico.



24 horas antes de la cementación, las muestras se sumergieron en un recipiente con solución salina para retirar la Cloramina de la superficie del esmalte y se almacenaron en el Higro Bath (figura 2), para mantener condiciones de humedad adecuadas.

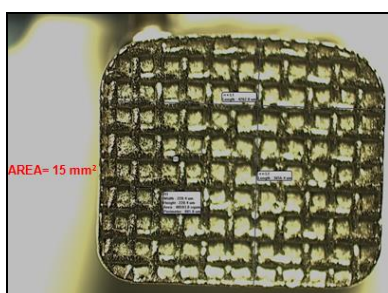
Figura 2. Conservación de Premolares en el Higo Bath durante 24 horas.



Protocolo de cementación.

Se utilizaron brackets pretorqueados para primeros premolares superiores prescripción Roth Abzil 3M®, en los cuales se determinó el área de la base (15mm^2) para identificar la cantidad de fuerza sobre superficie de extensión al momento de la prueba de descementación. (figura 3)

Figura 3. Estereomicroscopia de la Base del Bracket



$$\text{AREA DE ESFERA} = 2\pi rh$$



Los observadores realizaron una calibración para cementación de brackets teniendo en cuenta la cementación en el centro de la corona clínica y las

especificaciones de los fabricantes del material adhesivo a evaluar.

El operador que más se aproximó al Gold Standar fue elegido para realizar el proceso en los premolares seleccionados como muestra

Prueba mecánica de fuerza de adhesión al cizallamiento.

Se llevó a cabo en el dispositivo universal de pruebas Instron® (figura 4) ubicado en el laboratorio de pruebas del Centro de Investigación y Desarrollo Tecnológico CIDTEO Bogotá D.C - Colombia.

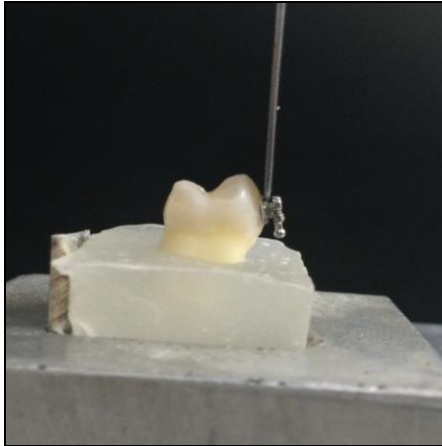
Figura 4. Dispositivo Universal de Pruebas Instron®.



Los cubos de acrílico con las muestras del grupo A se ubicaron en la mordaza inferior del dispositivo, para que la cruceta del mismo aplique una fuerza tangencial (velocidad 1.5mm/min) en dirección ocluso-gingival hasta producir el desprendimiento de los brackets (figura 5).

Los datos se procesaron con el programa Blue Hill II (Instron® Corp., Canton MA, USA), el cual registró la fuerza en Newtons y Mpa, dividiendo la fuerza por el área de la base del bracket.

Figura 5 .Colocación de Premolares sobre Máquina Instron®



Termociclaje

Veinticuatro horas después de ser cementados los brackets del grupo B se someten a 5000 ciclos térmicos, a temperaturas de entre 5 y 55 °C, tiempos de inmersión de diez segundos y un tiempo de traslado de cinco a siete segundos (figura 6) ^{.15}

Figura 6 .Máquina de Termociclaje.



Las muestras del grupo B pasan posteriormente por la prueba mecánica de fuerza de adhesión al cizallamiento con el mismo protocolo descrito anteriormente (figura 7).

Figura 7. Inmersión de Bandeja con muestras del Grupo B al proceso de Termociclaje.



Estereomicroscopía

Adicionalmente, con el fin de determinar el tipo de falla, las superficies de los dientes se analizaron utilizando un estereomicroscopio (Stemi 2000C, Carl Zeiss, Göttingen, Alemania), ubicado en el Centro de Investigación y Desarrollo Tecnológico CIDTEO, con una magnificación de 20X. Para establecer el tipo de falla observado, se usó la clasificación propuesta por el Medical College of Georgia (figura 8).

Figura 8. Tipos de Falla Observadas en el esmalte de premolares. (a: adhesiva, B: Cohesivas, c : Mixta)

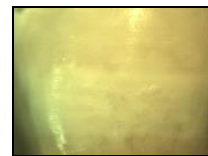


Figura.8 A



Figura.8 B

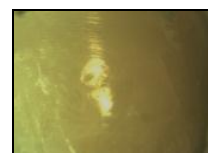


Figura .8 C

Método Estadístico

Los datos se procesaron en programa estadístico IBM SPSS Statistics V.22 y se utilizó la prueba estadística de la ANOVA de una vía para comparar la fuerza de adhesión en bracket metálicos con y sin termociclaje. La Chi-cuadrado para proporciones, la U de Mann-Whitney para comparar entre las dos técnicas la presencia del tipo de falla y su ubicación. Se consideró significativo $p < 0,05$.

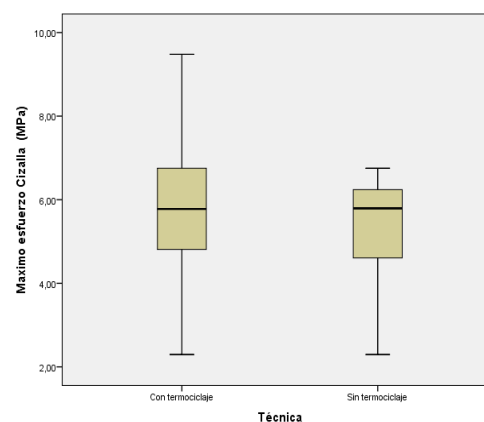
Aspectos éticos

Según la resolución 8430 de 1993 esta investigación se cataloga como riesgo mínimo.

RESULTADOS

Al realizar el análisis estadístico se obtuvo como resultado, que el máximo esfuerzo en cizalla (Mpa) para el grupo A (sin termociclaje) fue $X = 5,37 \pm 1,17$ Mpa; mientras que el Grupo B (con termociclaje) presentó ($X = 5,80 \pm 1,60$) Mpa. No hubo diferencia estadísticamente significativa ($p = 0,242$) entre ambos grupos en cuanto a la fuerza necesaria para la descementación del Bracket (figura 9).

Figura 9. Máximo esfuerzo en Cizalla a la descementación del bracket con y sin termociclaje .



Por otro parte para el tipo de falla se encontró que la “tipo adhesiva” fue más frecuente en el grupo B (con termociclaje) ($n=21$, 70%) que el grupo A (sin termociclaje) ($n=17$, 56,7%). Le sigue en frecuencia la falla cohesiva, en el grupo de termociclado ($n=8$, 26,7%) y sin termociclaje ($n=11$, 36,7%). La falla de tipo mixta, se presentó en dos muestras para el grupo A (sin termociclaje), y sólo una muestra en el grupo B (con termociclaje). Al comparar el tipo de falla en los dos grupos, no se observó diferencia estadísticamente significativa ($p = 0,541$) (Figura 10).

En cuanto a la ubicación del adhesivo luego de la descementación, en el grupo B (con termociclaje) predominó la ubicación en bracket ($n=18$, 85,7%), seguida del esmalte ($n=3$, 14.3%). El grupo A (sin termociclaje) presentó adhesivo en el bracket ($n=15$, 88.2 %) y adhesivo en el esmalte ($n=2$, 11,8%). No se observó diferencia significativa entre la ubicación del adhesivo ($p = 0,819$) (figura 10).

Figura 10. Tipo y Ubicación de la Falla

		Técnica				P
		Con termociclaje		Sin termociclaje		
		N	%	n	%	
Tipo de falla	Adhesiva	21	70,0	17	56,7	0,541
	Cohesiva	8	26,7	11	36,7	
	Mixta	1	3,3	2	6,7	
	Total	30	100,0	30	100,0	
Ubicación adhesiva	Bracket	18	85,7	15	88,2	0,819
	Esmalte	3	14,3	2	11,8	
	Total	21	100,0	17	100,0	

DISCUSIÓN

Varios autores han sugerido que un SBS mínimo de 6,0 a 8,0 MPa es adecuado para la unión de brackets de ortodoncia²²⁻²⁴. Daub y colaboradores en 2006 determinó un rango de 5.9 - 7.8 Mpa como fuerza adhesiva ideal para los brackets¹⁸, Ostby y colaboradores en el 2007 muestran un rango de SBS entre 6-8Mpa.⁵

Según las indicaciones del fabricante el tiempo estipulado para la polimerización del sistema adhesivo es de 20 segundos sin afectar la fuerza de adhesión. Bishara y colaboradores²⁻³ señalan que siguiendo este protocolo se puede obtener una fuerza de SBS dentro del rango adecuado.^{2-4,6}

Por otra parte la simulación de los cambios térmicos que se producen en la cavidad oral, generan contracción y expansión de los materiales causando alteraciones entre la interfase diente-adhesivo. Estos son factores importantes a tener en cuenta cuando se realizan estudios in- vitro que involucren protocolos adhesivos.^{9,16,18,25}

Al interpretar los resultados obtenidos con el protocolo de termociclaje (0- 5.000 rps) en el grupo B no se observó la degradación del adhesivo. Aunque la investigación coincide con otros resultados,²⁶⁻²⁷ donde se reporta que no existe diferencia significativa en los promedios de fuerza adhesiva al realizar o no ciclaje térmico, se esperó que al momento de someter las muestras de grupo B a 5.000 ciclos la SBS disminuyera con respecto al grupo A, lo cual no presentó cambios.

Aljouni y colaboradores⁷ observaron en su estudio que los brackets que se descementaron después de 24 horas de almacenamiento, presentaron una SBS de $6,0 \pm 3,5$ MPa, mientras que el grupo que se descementó a la media hora después de dos exposiciones de fotocurado tenía una fuerza de adhesión media de $5,9 \pm 2,7$ MPa, y el grupo con sólo una exposición a fotocurado de 4.3 ± 2.6 MPa, resultados que coinciden con la presente investigación. Con base a esto se determinó que las fuerzas de adhesión de cizallamiento en los tres grupos no presentaron diferencia estadísticamente significativas ($P= 0.203$).⁷

Investigaciones previas señalan, al igual que este estudio, que una fuerza ideal de descementación oscila entre 6-8 Mpa^{23,28-30}, sin embargo numerosos artículos indican que la fuerza de descementación utilizando un sistema adhesivo convencional (3 pasos) puede aumentar considerablemente la adhesión, ya que este sistema produce patrones de desmineralización tipo I y II que genera en el tejido adamantino microporos y microsurcos capilares que miden entre 10 a

25 μm de profundidad con una amplitud de 1.5 a 3.5 μm ³⁰, teoría apoyada por Cozza y colaboradores, quienes determinaron que utilizando un sistema adhesivo convencional con resina Transbond XT, los valores de SBS en 5 tipos de brackets oscilaban entre 15.70 y 30.48 Mpa.^{23,31}

Los resultados difieren a los obtenidos por Romano y colaboradores⁸ quienes evaluaron la SBS de brackets metálicos cementados con sistemas adhesivos convencionales y SEPs, obteniendo como SBS promedio 4.61 Mpa, determinando así que ambos grupos presentaron fuerzas similares y fracasos adhesivos a nivel del esmalte.⁸

En cuanto al tipo de falla que resulta durante el proceso de descementación, es relevante evaluar las interfases adhesivas, ya que de esta forma se pueden detectar los factores que causan la falla y así poder determinar si se debe mejorar la resistencia adhesiva (adhesivo-esmalte) o cohesiva (adhesiva-adhesiva) de un material.³⁰ El patrón característico de un tipo de falla adhesiva es favorable debido a que es más conservador para el tejido adamantino y a su vez, disminuye el tiempo de trabajo durante la remoción de los excesos del material cementante.³⁰

Cozza y colaboradores²³ mostraron una variabilidad considerable en los sitios de fractura (50% en la interfase adhesivo-esmalte; 50%-40% en la interfase del adhesivo). En general, los resultados del tipo de falla deben ser interpretados con cautela, ya que tienden a ser subjetivos.^{23,32}

Por el contrario otras investigaciones reportaron que el tipo de falla que predominó fue tipo cohesiva³³⁻³⁴. Lo anterior puede estar relacionado al mayor número de ciclos térmicos empleados y el tipo de muestra utilizado (incisivos bovinos). Otro factor que puede afectar los resultados es el método de conservación de muestras antes de la prueba mecánica; aunque Rikuta y colaboradores²⁶ en 2008 realizaron la conservación de sus muestras en humedad relativa a diferentes temperaturas durante 24 horas, y determinaron que la adhesión y el tipo de falla dependían directamente del material cementante utilizado y el tiempo de exposición de grabado ácido sobre el diente.²⁶

A pesar que se utilizó estereomicroscopia para el análisis del tipo de falla, existen otros métodos de observación tales como la microscopia electrónica de barrido, la cual permite una visualización en 3 dimensiones de las superficies, lo que permitiría describir con mayor precisión la ubicación exacta de la falla adhesiva.³⁵⁻³⁶

En la investigación se utilizó un tiempo de 24 horas para la descementación de los brackets, aunque en la práctica clínica no existe un consenso sobre el tiempo mínimo requerido antes de cargar el bracket después de la cementación. Turk y colaboradores evaluaron el efecto de la SBS en Seps a diferentes tiempos de descementación (5-15-30-60 min y 24 horas), reportando que la SBS incrementaba gradualmente hasta las 24 horas, debido a que en este tiempo se logra la completa difusión y polimerización de la resina bajo la base del bracket⁹.

Lacuoture y colaboradores señalan que la absorción de agua durante el ciclaje térmico se puede compensar por la contracción de la polimerización de la resina, lo que minimiza la aparición de tensiones que pueden inducir a las fallas de los adhesivos.³⁷

Para investigaciones futuras es probable que se necesite un mayor número de ciclos para poder degradar hidrolíticamente la interfase y observarla directamente con la ayuda de estereomicroscopia de barrido para determinar la verdadera afectación del esmalte dental, así como también establecer un número mayor en la muestra y comparar directamente la efectividad de los SEPs y del sistema adhesivo convencional, para así tener mayor soporte clínico/ científico.

CONCLUSIONES

- Los adhesivos autograbadores proveen un rango de fuerza a la descementación por cizalla, cumpliendo con las exigencias mínimas que debe tener un sistema adhesivo para la descementación de brackets metálicos ortodóncicos.
- Los SEPs producen un patrón de grabado superficial que minimizan la pérdida del esmalte. Favoreciendo la conservación del tejido adamantino durante el proceso de descementación del bracket.
- Las muestras del grupo A y B al ser sometidas al protocolo de termociclaje (5.000 rps) no registraron diferencias significativas en cuanto a la fuerza de

descementación de los brackets metálicos.

REFERENCIAS

1. Buonocure MG. A simple method of increase the adhesion of acrylic filling materials to enamel surfaces. *Journal Dental Research*. 1955;34:849-853
2. Bishara S, Otsbyb A, Ajlounic R, Laffoond J, Warren J .A New Premixed Self-Etch Adhesive for Bonding Orthodontic Brackets. *The Angle Orthodontist*. 2008; 78 (6): 1101-1104
3. Bishara S, Otsbyb A, Ajlounic R, Laffoond J, Warren J. Early shear bond strength of a one-step self-adhesive on orthodontic brackets. *The Angle Orthodontist*: 2006; 76 (4): 689-693.
4. Bishara S, Ajlouni R, Laffoon J, Warren J. Comparison of shear bond strength of two self-etch primer/adhesive systems. *The Angle Orthodontist*. 2006; 76 (1):123-6.
5. Ostby A, Bishara S, Lafoon J, Warren J. Influence of Self-etchant Application Time on Bracket Shear Bond Strength. *The Angle Orthodontist*. 2007; 77 (5): 885-889.
6. Bishara S, Otsbyb A, Lafoon J. The effect of modifying the self-etchant bonding protocol on the shear bond strength of orthodontic brackets. *The Angle Orthodontist*. 2007; 77(3):504-508.
7. Ajlouni R, Bishara S., Oonsombat C, Denehy G. Evaluation of

- Modifying the Bonding Protocol of a New Acid-Etch Primer on the Shear Bond Strength of Orthodontic Brackets. *The Angle Orthodontist*. 2004; 74(3): 410-413
8. Romano F, Wanderley S, Tavares D, Nouer F, Consani S, Araújo M. Shear Bond Strength of Metallic Orthodontic Brackets Bonded to Enamel Prepared with Self-Etching Primer. *The Angle Orthodontist*: 2005; 75 (5): 849-853.
 9. Turk T, Turk S, Isci D. Thermocycling Effects on Shear Bond Strength of a Self-Etching Primer. *The Angle Orthodontist*. 2008; 78 (2) :351-356.
 10. Turk T, Turk S, Isci D. Effects of Self-Etching Primer on Shear Bond Strength of Orthodontic Brackets at Different Debond Times. *The Angle Orthodontist*. 2007; 7 (1):108-112
 11. Arnold R, Combe E, Warford J. Bonding of stainless steel brackets to enamel with a new self-etching primer. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics* . 2002;122:274–27
 12. Buyukyilmaz T, Usumez S, Karaman AI. Effect of self-etching primers on bond strength—are they reliable?. *The Angle Orthodontist*. 2003;73:64–70.
 13. Dunn W, Taloumis L. Effect of fluoride varnish on the in vitro bond strength of orthodontic brackets using a self-etching primer system. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics* .2004;125:351–356
 14. Aljubouri Y, Millett D, Gilmour W. Laboratory evaluation of a self-etching primer for orthodontic bonding. *European Journal Orthodontics* . 2003;25:411–415.
 15. Bond failure site analysis. Augusta: Georgia Health Sciences University -College of Dental Medicine; 2003
 16. Gale M.S, Darvell B.W. Thermal cycling procedures for laboratory testing of dental restorations. *Journal of Dentistry*. 1999; (27): 89-99.
 17. Amaral F, Colucci V, Palma R, Corona S. Assessment of in vitro methods used to promote adhesive interface degradation: a critical review. *Journal Esthetic Restor Dent*. 2007; 19(6): 340-54.
 18. Daub J, Berzins D, Linn B y Bradley T. Bond Strength of Direct and Indirect Bonded Brackets After Thermocycling. *The Angle Orthodontist*. 2006; 76 (2): 295-300.
 19. Yuasa T, Iijima M, Ito S y Muguruma T. Effects of long-term storage and thermocycling on bond strength of two selfetching primer adhesive systems. *European Journal of Orthodontics*. 2010;32: 285-290.
 20. Trites B, Foley TF y Banting D. Bond strength comparison of 2 self-etching primers over a 3-month storage period. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*. 2004; 126:709-16.
 21. Faltermeier A y Behr M, comparative evaluation of bracket

- bonding with 1-, 2-, and 3-component adhesive systems. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*. 2007; 132(2):144.e1-5.
22. Powers JM, Messersmith ML, Brantley WA y Eliades T. Enamel etching and bond strength. In: eds. *Orthodontic Materials: Scientific and Clinical Aspects*. Stuttgart, Germany: Stuttgart-Thieme; 2001; 105–122
23. Cozza P, Martucci L, De Toffol L, Penco SI. Shear bond strength of metal brackets on enamel. *The Angle Orthodontist*. 2006; 76:849-855.
24. Lourenco F, Wanderley S, Tavares D, Nouer F, Consani S, Araújo M. Shear bond strength of metallic orthodontic brackets bonded to enamel prepared with self-Etching Primer. *The Angle Orthodontist*. 2005; 75 (5).
25. Harraa S. The effect of thermocycling and debonding time on the shear bond strength of different orthodontic brackets bonded with light-emitting diode adhesive (In vitro study). *Journal Bagh College Dentistry*. 2013; 25(1):139-145
26. Rikuta A, Yoshida T, Tsubota K, Tsuchiya H, Tsujimoto A, Ota M et al. Influence of environmental conditions on orthodontic bracket bonding of self-etching systems. *Dental Materials Journal*. 2008; 27(5): 654-659
27. Yamamoto A, Yoshida T, Tsubota K, Takamizawa T, Kurokawa H, Miyazaki M et al. Orthodontic bracket bonding: Enamel bond strength vs time. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*. 2006; 130(4): 435-438.
28. Gaard B, Bishara S, Duschner H. Enamel effects during -debonding and treatment with fixed appliances. In: Graber TM, Eliades T, Athanasiou AE, eds. *Risk Management in Orthodontics. Experts' Guide to Malpractice*. Hanover Park, Ill: Quintessence; 2004:19–46.
29. Lopez JI. Retentive shear strengths of various bonding attachment bases. *American Journal of Orthodontics*. 1980; 77:669–678.
30. Björn U. Zachrisson, Tamer Büyükyilmaz. *Bonding in Orthodontics*. Graber Chapter 14. Page 579.
31. Scougall R, Yamamoto S, Kitai N y Yamamoto K. Shear bond strength of orthodontic brackets bonded with different self-etching adhesives. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*. 2009; 136:425-30.
32. Lalani N, Foley TF, Voth R, Banting D, Marnandras A. Polymerization with the argon laser: curing time and shear bond strength. *The Angle Orthodontist*. 2000; 70:128–133.
33. Herguner S, Ozturk F, Nalcaci R. Shear bond strength of orthodontic

- brackets cured with different light sources under thermocycling. *European Journal of Dental Education*. 2010; 4:257-262.
34. Kim M, Lim B, Chang W, Lee Y, Rhee S, Yang H. Phosphoric acid incorporated with acidulated phosphate fluoride gel etchant effects on bracket bonding. *The Angle Orthodontist*. 2005; 75:678-84.
35. D'Attilio M, Traini T, Di Lorio D, Varvara G, Festa F, Tecco S. Shear bond strength, bond failure, and scanning electron microscopy analysis of a new flowable composite for orthodontic use. *The Angle Orthodontist*. 2005; 75:410.
36. Wang W, Li CH, Chou TH, Wang DDH, Lin LH, Lin CT. Bond strength of various bracket base designs. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*. 2004; 125:65–70.
37. Lacouture L, Mendoza J. Efecto del ciclaje térmico en la fuerza y tipo de falla adhesiva en esmalte humano. *Revista Odontos*. 2012; 39:37-44