



Universidad Autónoma de Querétaro
Facultad de Medicina
Especialidad en Ortodoncia

“COMPARACIÓN DE LA FUERZA DE ADHESIÓN DE BRACKETS METÁLICOS
A ESMALTE CON DOS ADHESIVOS LIBERADORES DE FLÚOR MEDIANTE LA
PRUEBA DE RESISTENCIA AL CIZALLAMIENTO”

Tesis

Que como parte de los requisitos para obtener el Diploma de la
Especialidad en Ortodoncia

Presenta:

L.O. Liliana Ivonne Mosqueda González

Dirigido por:

C.D.E.O. Gissela Del Sagrario Serrano Hernández

C.D.E.O. Gissela Del Sagrario Serrano Hernández
Presidente

D. en C. Elisa Rebeca Ascencio Rentería
Secretario

C.D.E.O Ma. de Lourdes Arvizu Valencia
Vocal

C.D.E.O. Verónica Reyes Reséndiz
Suplente

M.E.E.O Omar Editson Amador Reséndiz
Suplente

Centro Universitario, Querétaro, Qro.
Marzo 2020
México

Resumen

Introducción: La desmineralización del esmalte puede ocurrir por diversos factores, como el grabado ácido previo a la adhesión de brackets y la presencia de placa dentobacteriana durante un tratamiento de ortodoncia, por ello es importante valorar alternativas que ayuden a controlar dicho suceso, además es esencial establecer una fuerza de unión fiable entre los aparatos de ortodoncia y las piezas dentarias, ya que puede ser un factor determinante para el éxito o fracaso del tratamiento.

Se requiere un adhesivo con propiedades mecánicas ideales y si se añade la propiedad de liberar flúor sin afectar la adhesión, ayudando así a la remineralización del esmalte, estaríamos ante el material ideal para adhesión de brackets. No existe un estudio que compare la fuerza de adhesión de adhesivos liberadores de flúor de distintas marcas, comparados a su vez con un adhesivo no liberador de flúor.

Objetivo: Determinar cuál de los adhesivos liberadores, o no liberadores de flúor proporciona mayor resistencia al cizallamiento.

Material y métodos: Se trata de un estudio experimental in vitro; se utilizaron 60 premolares, divididos aleatoriamente en 3 grupos de 20 dientes cada uno, según el adhesivo asignado: Grupo I: adhesivo no liberador de flúor Transbond XT de 3M; Grupo II: adhesivo liberador de flúor Ortho Solo deOrmco; Grupo III: Adhesivo liberador de flúor Light Bond de Dentaaurum. Cada muestra se sometió a la prueba de resistencia al cizallamiento y se realizó el análisis estadístico entre los 3 grupos evaluados mediante la prueba post hoc de Tukey.

Resultados: El grupo I presentó una diferencia significativa respecto al grupo II. Aunque el grupo II presentó la mayor resistencia al cizallamiento comparado con el grupo I y III, la diferencia no fue estadísticamente significativa comparado con el grupo III, sólo comparado con el grupo I.

Conclusiones: Los adhesivos liberadores de flúor no interfieren con la adhesión, ambos adhesivos liberadores de flúor tuvieron mejor resultado de resistencia al cizallamiento comparados con el adhesivo no liberador de flúor. El adhesivo liberador de flúor del grupo II tuvo los resultados más altos de resistencia al cizallamiento.

Palabras clave: ortodoncia; cizallamiento; desmineralización; adhesivo; flúor.

Abstract

Introduction: The demineralization of the enamel can occur due to various factors, such as the acid etching prior to the adhesion of braces and the presence of dentobacterial plaque during an orthodontic treatment, so it is important to evaluate alternatives that help control this event, and it is essential to establish a reliable bond strength between orthodontic appliances and teeth, as it can be a determining factor for the success or failure of the treatment.

An adhesive with ideal mechanical properties is required and if the property of releasing fluoride is added without affecting adhesion, thus helping the enamel remineralization, we would be looking at the ideal material for bonding braces. There is no study comparing the bond strength of fluoride-releasing adhesives of different brands, compared in turn with a non-fluoride-releasing adhesive.

Objective: Determine which of the release adhesives, or non-fluoride release provides greater shear bond strength.

Materials and methods: It is an in vitro experimental study; 60 premolars were used, randomly divided into 3 groups of 20 teeth each, according assigned adhesive: Group I: non-fluoride releasing adhesive Transbond XT 3M; Group II: fluoride releasing adhesive Ortho Solo Ormco; Group III: fluoride releasing adhesive Light Bond Dentaaurum. Each sample was subjected to the shear bond strength test and the statistical analysis was performed among the 3 evaluated groups, using the Tukey post hoc test

Results: Group I showed a significant difference with respect to group II. Although group II showed the highest shear bond strength compared to group I and III, the difference was not statistically significant compared to group III, only compared to group I.

Conclusions: The fluoride-releasing adhesives do not interfere with adhesion, both fluoride-releasing adhesive had a better result with respect to shear bond strength compared to the standard non-fluoride release adhesive. Even the group II fluoride releasing adhesive had the highest shear bond strength results.

Key words: orthodontics; shear bond strength; demineralization; adhesive; fluoride.

Dedicatorias

A toda mi familia, con cariño y amor, por su apoyo constante y por ser mi mayor inspiración para continuar todos los días.

Dirección General de Bibliotecas UAQ

Agradecimientos

A mis padres, que me llenan de orgullo, con su bondad, su fortaleza, su esfuerzo inmenso, su amor incondicional y su gran sabiduría para forjar e iluminar mi camino, solo soy un reflejo de todo el amor que invirtieron en mí, gracias a esos seres tan maravillosos a quienes les debo la vida, los amo.

A mis hermanos, que son un ejemplo para mí, gracias por estar conmigo en cada etapa de mi vida, gracias por su apoyo y confianza en mí.

A mis sobrinos, que llenan mi corazón de alegría.

A mi esposo, que con su fortaleza me demuestra todos los días que se puede lograr lo que se propone, gracias por motivarme e impulsarme cada día para continuar mi camino, por la paciencia y por los desvelos que pasaste junto a mí, por tu apoyo y amor incondicional, porque cada sacrificio merece la pena y es un logro en equipo, gracias por ser un compañero de vida ejemplar, te amo.

A mis suegros, abuelos y cuñados, por el apoyo, cariño y comprensión que siempre me brindaron, gracias porque estuvieron siempre pendientes de mi camino y me demostraron que la familia no es solo de sangre.

A mis docentes, por brindarme su tiempo y paciencia para compartir sus conocimientos y guiarme en este camino profesional.

A la Dra. Gissela Del Sagrario Serrano Hernández, por su apoyo y disposición para guiarme en mi proyecto de investigación.

Al Dr. Rubén Domínguez Pérez, por sus conocimientos, su gran esfuerzo, dedicación y paciencia para guiarme en este proceso.

A mis compañeros, por hacer más fácil este logro, por todos los momentos que pasamos dentro y fuera de las aulas apoyándonos y motivándonos para continuar.

ÍNDICE

| Contenido | Página |
|--|---------------|
| Resumen | i |
| Abstract | ii |
| Dedicatorias | iii |
| Agradecimientos | iv |
| Índice | v |
| I. Introducción | 1 |
| II. Antecedentes | 3 |
| II.1 Materiales liberadores de flúor frente a la desmineralización | 3 |
| II.2 Fuerza de adhesión de materiales liberadores de flúor | 5 |
| III. Fundamentación teórica | 6 |
| III.1 Esmalte | 6 |
| III.2 Descalcificación del esmalte | 8 |
| III.3 Materiales liberadores de flúor | 10 |
| III.4 Sistemas de adhesión en ortodoncia | 12 |
| IV. Hipótesis o supuestos | 15 |
| V. Objetivos | 16 |
| V.1 General | 16 |
| V.2 Específicos | 16 |
| VI. Material y métodos | 17 |
| VI.1 Tipo de investigación | 17 |
| VI.2 Población o unidad de análisis | 17 |
| VI.3 Muestra y tipo de muestra | 17 |

| | |
|-------------------------------|----|
| VI.3.1 Criterios de selección | 17 |
| VI.3.2 Variables estudiadas | 19 |
| VI.4 Procedimiento | 21 |
| VI.4.1 Análisis estadístico | 23 |
| VII. Resultados | 24 |
| VIII. Discusión | 26 |
| IX. Conclusiones | 28 |
| X. Bibliografía | 29 |

Dirección General de Bibliotecas UAQ

I. INTRODUCCIÓN

La desmineralización del esmalte puede ocurrir por diversos factores, como puede ser el grabado ácido necesario para acondicionar el esmalte previo a la adhesión de brackets y por la presencia continua de placa dentobacteriana debido a una higiene deficiente o inadecuada durante un tratamiento de ortodoncia, por ello es importante valorar alternativas que nos ayuden a disminuir o prevenir dicho suceso.

Existen diversos estudios en los que se evalúa el uso de distintos materiales liberadores de flúor que sirven como medio para ayudar a la re mineralización del esmalte, algunos de ellos sugieren que este tipo de materiales restauradores o de cementación-adhesión, podrían servir para incrementar los niveles de flúor en la saliva y en la placa hasta niveles en los que la caries pueda ser evitada, incluso en pacientes con alto riesgo de caries.

Muchos estudios han podido comprobar que hay una relación directa entre la dosis de flúor y el nivel de protección alcanzado, sin embargo a pesar de las ventajas de los nuevos materiales y dispositivos que existen en la ortodoncia, la desmineralización del esmalte, aparición de manchas blancas y la aparición de lesiones de caries sigue siendo un problema constante en dichos tratamientos.

En ortodoncia, es esencial establecer una fuerza de unión fiable entre los aparatos de ortodoncia y las piezas dentarias, a través de la interfase esmalte-adhesivo- bracket, ya que este puede ser un factor determinante para el éxito o fracaso del tratamiento, es por ello que la adhesión de los brackets representa uno de los procedimientos más significativos en ortodoncia, que requiere elegir un material adhesivo que cuente con propiedades mecánicas ideales, siendo capaz de resistir los esfuerzos masticatorios y que al retirarse no dañe la superficie del esmalte y si se añade la propiedad de liberar flúor sin afectar la adhesión, ayudando así a la re mineralización del esmalte, estaríamos ante el material ideal de elección durante el proceso de adhesión de brackets.

Sin embargo, no existe un estudio que compare la fuerza de adhesión de adhesivos liberadores de flúor de distintas marcas, comparados a su vez con un adhesivo estándar no liberador de flúor.

Pregunta de investigación

¿Cuál adhesivo liberador de flúor, Ortho Solo (Ormco) o Light Bond (Dentaurum) proporciona mayor fuerza de adhesión a brackets metálicos cementados en esmalte?

Justificación

La importancia de este estudio radica en identificar cuál adhesivo liberador de flúor, Ortho Solo (Ormco) o Light Bond (Dentaurum) proporciona mayor fuerza de adhesión de brackets metálicos a esmalte, mediante la prueba de resistencia al cizallamiento, y a su vez evaluar si alguno o ambos presentan una fuerza de adhesión equiparable a un adhesivo convencional no liberador de flúor (Transbond XT - 3M), ya que de ser así, representaría un beneficio para el paciente al tener una adecuada fuerza de adhesión, además de un halo protector contra la desmineralización del esmalte.

II. ANTECEDENTES

II.1 Materiales liberadores de flúor frente a la desmineralización

Basdra et al., (1996) examinaron dos adhesivos de ortodoncia liberadores de flúor (Rely-a-Bond, de Reliance Orthodontic Products Inc. y Fluorobond/Concise, deOrmco Corp). Ambos liberaban flúor al medio, especialmente en las primeras 24 horas, ya que después se producía una disminución dramática de esta liberación, y después de 90 días ya no se detectaba flúor. Con respecto a un control (adhesivo no liberador de flúor) se encontraron diferencias significativas en el grado de desmineralización del esmalte alrededor del bracket, y el adhesivo que mayores cantidades de flúor liberaba inicialmente (Fluorobond) era el que mejores resultados obtenía en este sentido. El análisis de las superficies de esmalte con microscopía electrónica de barrido revelaba la presencia de deposiciones de fluoruro cálcico, una sal con claras propiedades cariostáticas en las que se había utilizado el adhesivo Fluorobond. El fluoruro cálcico formado en la superficie del esmalte podría actuar como un reservorio de ion flúor (para una liberación lenta de este elemento en áreas de desmineralización) o como una barrera durante los ataques ácidos. Los resultados de este trabajo “in vitro” muestran que ciertos sistemas adhesivos de ortodoncia pueden proveer, por un tiempo limitado, de un grado adicional de seguridad frente a la susceptibilidad de caries en pacientes con aparatología fija.

Lodaya et al. (2011) evaluaron “in vitro”, en premolares humanos, la desmineralización adyacente a los brackets cementados con tres materiales diferentes: Ortho one, de Bisco (sistema de composite autopolimerizable no liberador de flúor), Tru-bond, de C Dent (sistema de composite autopolimerizable liberador de flúor) y Rely-a-bond fluorado, de Reliance (sistema de composite autopolimerizable liberador de flúor). Los sistemas liberadores de flúor mostraron una desmineralización alrededor de los brackets significativamente menor que el sistema de composite convencional. No hubo diferencia significativa entre los niveles de descalcificación de esmalte alrededor de los brackets cementados con los sistemas liberadores de flúor.

Sonis y Snell (1989), en un estudio sobre 22 pacientes y 412 dientes sobre los que se cementaron brackets (206 experimentales y 206 controles), probaron la efectividad de un sistema adhesivo liberador de flúor (FluorEver, Macrochem Corp.) en la prevención frente a la incidencia de lesiones de descalcificación, frente a un sistema adhesivo convencional (Aurafill, Johnson & Johnson Dental Care Co.). El sistema adhesivo liberador de flúor demostró una efectividad significativa frente al producto convencional, ya que en el grupo control 26 dientes (12,6%) mostraron descalcificaciones, más ningún diente del grupo experimental sufrió una descalcificación. El estudio se llevó a cabo durante el transcurso del tratamiento ortodóncico de estos 22 pacientes, con una media de 25 meses. No se hallaron diferencias en los índices de descementado de brackets entre los 2 grupos (3,4% brackets descementados en el grupo control frente a 2,43% en el grupo experimental). Aproximadamente un 92% (11 de cada 12) de los fracasos de adhesión en este estudio, sucedieron en las primeras tres semanas tras la colocación de los brackets. Esto puede explicarse por una posible contaminación durante la adhesión o por una polimerización incompleta.

Mitchell (1992b) sin embargo, tuvo resultados algo menos halagüeños. Era un estudio "in vivo" para comparar un cemento adhesivo fluorado con un cemento adhesivo para brackets convencional, en cuanto a la incidencia de descalcificaciones del esmalte. La media de tratamiento fue de 10.5 meses. No encontró una diferencia significativa entre los grupos experimental y control en cuanto al porcentaje de dientes que sufrieron descalcificaciones (18% frente a 19%). El área de superficie vestibular de esmalte afectada también se determinó: Concretamente en 2,02% en el grupo control y en 1,55% en el grupo experimental, sin diferenciación significativa.

Cain et al., (2005) realizaron un estudio "in vitro" con 40 muestras (dientes extraídos) para evaluar si existía disminución de la descalcificación alrededor de determinados agentes adhesivos / sellantes, concretamente Light Bond, de Reliance (resina compuesta que libera flúor) y Proseal, de Reliance (agente adhesivo que lleva cemento de vidrio ionómero). Se expuso a dientes cubiertos con

estos productos excepto en una “ventana” a saliva artificial y a solución cariogénica en periodos de 14 días respectivamente, y después en un nuevo ciclo de 7 días por cada una de las soluciones. Ambos productos consiguieron una reducción significativa de la profundidad de las desmineralizaciones en el esmalte adyacente no tratado, pero el producto Proseal fue superior.

II.2 Fuerza de adhesión de materiales liberadores de flúor

Lowder et al., (2008) realizaron un estudio “in vitro” sobre premolares humanos para determinar la fuerza de adhesión de brackets cementados con Proseal como resina líquida, en combinación con diferentes cementos adhesivos (Transbond XT –de 3M, Blugloo –de Ormco-, Light Bond –de Reliance- y APC Plus –de 3M). Como controles se tuvieron los sistemas (resina líquida + cemento adhesivo) Transbond XT y Blugloo. Los valores de fuerza de descementado fueron algo menores en los grupos adheridos con Proseal que en los grupos control, pero siempre mayores de 10 MPa, salvo la combinación Proseal + Light Bond, que alcanzó una media de 15,9 MPa, la mayor de todos los grupos estudiados: Podría explicarse por la afinidad química de ambos materiales, dado que son de la misma casa comercial (Reliance).

Mansour et al., (2011) realizó estudio sobre 41 dientes bovinos a los que se cementaron brackets con Transbond Plus Self Etching, obteniendo una fuerza media de adhesión de 24,64 MPa.

III. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA

III.1 Esmalte

El esmalte también conocido como tejido adamantino, es el tejido más duro del organismo humano, ya que posee un gran porcentaje de componente inorgánico (minerales 95-96%). Constituye la capa más externa del diente a nivel de la corona. Es una capa incolora, por lo que el color del diente está determinado por la siguiente capa en profundidad del diente. El espesor medio del esmalte es de aproximadamente 2 milímetros. Este componente inorgánico del esmalte está representado por los cristales de hidroxiapatita, constituidos básicamente por fosfatos y carbonatos de calcio. Los cristales de hidroxiapatita se organizan para dar lugar a unas estructuras características del esmalte, a modo de finas y largas varillas, los llamados prismas del esmalte, que se extienden desde la unión amelodentinaria hacia la superficie externa. En una corona dentaria suele haber entre 5 y 12 millones y tienen un espesor de unas 4-10 μm , creciente según se acercan a la superficie del diente (Gómez y Campos, 2002).

El esmalte aprismático es un tipo de tejido adamantino en el que los cristales de hidroxiapatita no se organizan formando prismas de esmalte, aparece en la parte más superficial del esmalte y en la franja amelo-cementaria, aparece en todos los dientes deciduos en toda la corona y en un 70% en los dientes permanentes en mayor medida en las regiones cervicales y en menor medida en las superficies cuspídeas, y un espesor de 30-100 μm (Gómez y Campos, 2002).

El esmalte, a lo largo de su espesor y superficie, puede tener diferentes grados de mineralización. El esmalte no tiene capacidad de regeneración, pero sí de remineralización. La remineralización del esmalte, al menos hasta el estadio de caries detenida, se acelera gracias al ion flúor (Cate, 1999).

El fenómeno de remineralización ocurre en un pequeño espesor de la superficie del esmalte (30-50 μm), y consiste en la captación continua de iones o

moléculas existentes en la saliva. Si se captan iones flúor, éstos sustituyen a los grupos hidroxilo de los cristales de hidroxiapatita, y dan lugar a fluorapatitas, menos solubles a los ácidos y por ello más resistentes a la caries. El contenido en flúor va disminuyendo según se profundiza en el espesor del esmalte. Entonces la capa más superficial del esmalte suele estar más mineralizada que las capas subsuperficiales, de hecho, el inicio de la lesión de caries es una desmineralización que se produce en mayor medida en la capa subsuperficial del esmalte debido a la hipermineralización de la capa más externa (Cate, 1999).

Si se detiene un proceso de caries / desmineralización del esmalte y la capa superficial del esmalte no se ha roto, es posible remineralizar el esmalte subsuperficial (Cate, 1999).

Es de especial interés el rango del pH en el cual la hidroxiapatita está infrasaturada y la fluorapatita está sobresaturada. Estos valores del pH coinciden con el pH de la placa dental cuando las bacterias de ésta están fermentando carbohidratos. A este pH la hidroxiapatita se disuelve mientras que la fluorapatita se precipita, con lo que pueden formarse lesiones subsuperficiales (Hanes y Hanes, 1986).

Además del flúor, el esmalte puede adquirir otros componentes químicos en la remineralización, como los carbonatos que, al contrario que el flúor, hace los cristales de hidroxiapatita más susceptibles al pH ácido (Rawls, 1991).

Sin embargo, para determinados procedimientos clínicos, nos interesa someter a la superficie del esmalte a un pH bajo, como en el grabado ácido, que consiste en la aplicación de una sustancia ácida durante un tiempo limitado sobre la superficie del esmalte que lo descalcifica en una profundidad de unas 10 μm con el fin de realizar microrretenciones, que permitirán la imbricación, para una mayor fuerza de adhesión, de los materiales adhesivos sobre el esmalte (Powers, 1995).

III.2 Descalcificación del esmalte

Se ha definido la descalcificación como cualquier área delimitada de opacidad en el esmalte, localizada en la cara labial de la corona, mayor de 1 mm de longitud o diámetro (Sonis y Snell, 1989).

La descalcificación del esmalte sucede cuando el pH del medio oral favorece la difusión, por disolución, de iones calcio y fosfato del esmalte (Mitchell, 1992a).

Se descubrió que en cuatro semanas se podía producir una descalcificación de hasta 75 μm de profundidad, especialmente en la zona gingival adyacente a los brackets y con una pérdida de minerales del 25% (Glantz y Featherstone, 1985).

Se hizo una clasificación de las lesiones de mancha blanca para pacientes tratados mediante ortodoncia fija, en función de la gravedad. La clasificación se basó en un examen de la superficie labial que evaluó la presencia o ausencia de lesión de mancha blanca; 1= sin formación de lesión de mancha blanca, 2= leve mancha blanca o formación de línea, 3= Formación excesiva de manchas blancas, 4= formación de manchas blancas con cavitaciones (Gorelick et al, 1982).

Más del 60% de las descalcificaciones ocurren en el área gingival de la superficie vestibular y los dientes con más frecuencia de descalcificación son los incisivos laterales y caninos superiores, así como los caninos y segundos premolares inferiores (Banks y Richmond, 1994).

La incidencia mayor se localizó en el arco superior, debido a un menor contacto con la saliva, dado que ésta tiene capacidad remineralizadora. El mayor contacto con la saliva de la arcada inferior se debe a la posición anatómica de las glándulas salivales mayores y por el efecto de la gravedad (Wenderoth et al, 1999).

La desmineralización está en función del pH y de la concentración de flúor en el medio (Cate, 1999).

El flúor tópico puede reducir la caries a través de tres mecanismos (Levine, 1976):

1. Remineralización durante las bajas de pH sustituyendo los grupos hidroxilo de la hidroxiapatita por iones de flúor, transformándola en fluorapatitas, menos solubles frente a los ácidos.
2. Formación de hidroxiapatitas de alta calidad (hidroxifluorapatita / fluorapatitas).
3. Inhibición del metabolismo acidogénico de la placa bacteriana, que constituye el primer paso del proceso de caries. Para una inhibición completa se necesitan concentraciones de 6 ppm de flúor.

Algunos métodos para el uso del flúor (Gorelick et al., 1982; Årtun y Brobakken, 1986; O'Reilly y Featherstone, 1987; Basdra et al., 1996; Øgaard et al., 2001):

- Colutorios: El inconveniente es que los pacientes que se beneficiarían más son los que menos suelen cumplir con los regímenes.
- Aplicaciones profesionales: se comprobó como la utilización de un barniz de flúor (Flúor Protector, difluorosilano 5%) cada 3 meses, o la aplicación del gel de flúor / gel de clorhexidina (Cervitec, clorhexidina 1% y timol 1%) alternándose cada 6 semanas, reducía la incidencia de manchas blancas durante el tratamiento con ortodoncia fija en un periodo de un año.
- Cementos de ionómero de vidrio liberadores de flúor.
- Materiales para adhesión de brackets que liberan flúor.

III.3 Materiales liberadores de flúor

Niveles de flúor en saliva inferiores a una parte por millón son efectivos para cambiar el balance desde la desmineralización (que conduce a la caries) hacia la remineralización. Los dispositivos liberadores de flúor, en forma de materiales restauradores o de cementación-adhesión, podrían servir para incrementar los niveles de flúor en la saliva y en la placa hasta niveles en los que la caries pueda ser evitada, incluso en pacientes con alto riesgo de caries (Cate, 1999).

Se describió como los cementos de silicato liberaban flúor (Crowell 1927).

Se observó que la caries raramente aparecía cerca de las restauraciones hechas con silicato, por ello pensó que esto podría estar relacionado con la liberación de flúor de dicho material (Volker 1944).

Desde aquellos trabajos, se han sucedido numerosos intentos de incorporar flúor en materiales dentales, pues se ha podido comprobar que hay una relación directa entre la dosis de flúor y el nivel de protección alcanzado. A día de hoy, tan solo el cemento de ionómero vidrio consigue niveles de flúor tan altos como los del cemento de silicatos, sin embargo, las resinas liberadoras de flúor pueden tener un efecto protector para el diente tan eficiente como aquellos (Rawls, 1995).

Existen al menos tres métodos por los que el flúor puede ser incorporado a los materiales de restauración dental (Rawls, 1991):

1. Mezcla de agentes flúor soluble en agua: Para la liberación de este flúor se requiere la disolución de la mezcla soluble, mediante difusión de agua a través del material restaurador. El resultado puede ser el debilitamiento de la estructura del material. Por ello, este tipo de materiales no serían adecuados para la adhesión de brackets.

2. Dispersión de agentes flúor de muy baja solubilidad: Para la liberación del flúor, también se necesita la difusión de agua a través del material restaurador. Se liberan pequeñas cantidades de moléculas con el agente flúor muy concentrado, con lo cual la liberación de flúor es elevada y el material se debilita mucho menos que mediante el método anterior. Corresponden a este método de inclusión del agente flúor, materiales como adhesivos que incorporan sal de fluoruro sódico o los cementos de vidrio ionómero.
3. Difusión del agente en la matriz molecular del material restaurador: En estos casos, al liberarse flúor la estructura molecular del material restaurador se reorganiza de tal manera que no se pierden propiedades mecánicas. Destacan en este grupo adhesivos con elementos como las sales acrilic-amina-BF₃ de Lewis o la acrilic-amina-HF.

A pesar de las ventajas de los nuevos materiales y dispositivos que existen en la ortodoncia, la desmineralización del esmalte, aparición de manchas blancas y la aparición de lesiones de caries sigue siendo un problema constante en dichos tratamientos (Cohen et al., 2003).

La adhesión de los brackets representa uno de los procedimientos más significativos en ortodoncia, que requiere elegir un material adhesivo que cuente con propiedades mecánicas ideales, siendo capaz de resistir los esfuerzos masticatorios y que al retirarse no dañe la superficie del esmalte, siendo así el material ideal durante el proceso de adhesión (Dubroc et al., 1994).

En ortodoncia, es esencial establecer una fuerza de unión fiable entre los aparatos de ortodoncia y las piezas dentarias, a través de la interfase esmalte-adhesivo- bracket, ya que este puede ser un factor determinante para el éxito o fracaso del tratamiento (Northrup et al., 2007).

III.4 Sistemas de adhesión en ortodoncia

Desde la segunda mitad del siglo XX se utiliza la técnica de adhesión para brackets. Todo comenzó allá por el año 1955, en el que Buonocore, utilizando ácido fosfórico al 85% para acondicionar el esmalte, demostró una mejora en la adhesión. Unos años después, en 1965, fue Newman el primero en aplicar el grabado ácido para la adhesión de brackets (Reynolds, 1975).

Podemos considerar cuatro tipos de sistemas adhesivos dependiendo de su procesamiento/composición (Ruse, 2007):

1. Sistemas de grabado total en tres pasos: El ácido grabador, el imprimador y el adhesivo se distribuyen en diferentes recipientes. Son los sistemas clásicos, considerados "gold standard" dado que su comportamiento clínico está probado y son los que se utilizan con mayor frecuencia durante los trabajos clínicos. Sin embargo, el tiempo de trabajo en clínica es mayor con este sistema que con cualquiera de los siguientes.
2. Sistemas de grabado total en dos pasos: En estos sistemas el grabado se hace de la forma tradicional, con un ácido como el ortofosfórico al 37%. Después se aplica un segundo componente del sistema en el cual se mezclan imprimador y adhesivo hidrofóbico.
3. Sistemas de autograbado en dos pasos: El grabador y el imprimador están en un componente, y como segundo paso tenemos un el adhesivo hidrofóbico en otro componente.
4. Sistemas de autograbado en un paso: Tanto el grabador, como el imprimador y el adhesivo hidrofóbico están en un solo fluido, por lo que el tiempo de trabajo en clínica es menor que en cualquiera de los anteriores.

También podemos hacer una clasificación de los sistemas adhesivos en autograbantes (self-etching) o no autograbantes (total-etching). Los puntos fuertes de los sistemas autograbantes son la comodidad y la eficiencia. Los puntos débiles

son el grabado insuficiente y la posible continuidad de la reacción de grabado en la superficie del diente durante un largo tiempo, la consecuencia de estos dos aspectos sería una menor fuerza de adhesión (Ruse, 2007).

Actualmente los adhesivos (resinas líquidas) de ortodoncia tienen como componente principal oligómeros de dimetacrilato. Un dato interesante en el actual estudio es que estos adhesivos también pueden contener fluoruros, como el fluoruro sódico o el polimetilmetacrilato de acriloil-fluoruro (Ruse, 2007).

Se ha mostrado el inconveniente de la polimerización en capas muy finas de los adhesivos de ortodoncia, ya que muchas veces trae como resultado la polimerización incompleta debido a la inhibición de la formación de cadenas moleculares por parte del oxígeno. Es decir, la capa inhibida de oxígeno comprende gran parte del espesor del adhesivo, con lo cual éste fracasa en bastantes casos. (Zachrisson et al., 1979).

Se detectó que este hecho podría ocurrir en el cementado de brackets. Contrastaron una inhibición en la polimerización, a causa del contacto con oxígeno, en parte del adhesivo, que quedaría sin polimerizar en grandes áreas, quedando adhesivo sólo debajo de la base del bracket. Recomendaban para evitar la ausencia de polimerización del adhesivo, que se polimerizara primero el adhesivo y luego, se aplicara el bracket con el cemento adhesivo. Así, con el adhesivo bien polimerizado se sellaría bien la superficie de esmalte grabada. El espesor de la capa de adhesivo es de 100 μm , por lo que la polimerización previa de esta fina capa no afectaría los valores de primer orden de la prescripción del bracket (in / out) (Joseph et al., 1994).

Los fallos de la adhesión se producen por (Reynolds, 1975):

- Contaminación por humedad.
- Aplicación sobre fijaciones ortodóncicas de fuerzas mayores a las de adhesión.

Es improbable que las fuerzas ortodóncicas superen los 1.5 Kg. Se estimó la fuerza de adhesión necesaria para los aparatos de ortodoncia en 60-80 Kg= 5.88-7.84 MPa, aunque se han registrado éxitos clínicos con materiales de adhesión que mostraban resistencias al descementado de aproximadamente 50 Kg de fuerza= 4.9 MPa (Reynolds, 1975).

En general, la adhesión de composites a esmalte está por arriba de 20 MPa (Powers, 1995).

Se describió que cuanto mayor era la fijación ortodóncica, mayor era la fuerza de adhesión que se conseguía pero que, sin embargo, disminuía la fuerza por unidad de área requerida para descementar dicha fijación (Newman, 1965).

Un aspecto a tener en cuenta sobre la adhesión de brackets es el índice ARI (índice adhesivo remanente), que diferencia los fracasos de adhesión según cuatro códigos (Årtun y Bergland, 1984):

- Código 0: No se observa resina sobre la superficie del diente (el 100% de la resina está en la base del bracket).
- Código 1: Se observa menos del 50% de la resina sobre la superficie del diente.
- Código 2: Se observa más del 50% de la resina sobre el esmalte.
- Código 3: Se observa el 100% de la resina sobre la superficie del diente.

Así, los códigos 0 y 1 harían referencia a una rotura a nivel de la unión esmalte - sistema adhesivo, mientras que los códigos 2 y 3 reflejarían un fracaso en la unión bracket - sistema adhesivo.

IV. HIPÓTESIS

Hipótesis de trabajo

El sistema adhesivo liberador de flúor Ortho Solo (Ormco) presenta una mayor fuerza de adhesión en brackets metálicos cementados a esmalte, que el sistema adhesivo liberador de flúor Light Bond (Dentaurum).

Hipótesis nula

El sistema adhesivo liberador de flúor Ortho Solo (Ormco) no presenta una mayor fuerza de adhesión en brackets metálicos cementados a esmalte, que el sistema adhesivo liberador de flúor Light Bond (Dentaurum).

V. OBJETIVOS

V.1 General

Determinar cuál adhesivo liberador de flúor, Ortho Solo (Ormco) o Ligth Bond (Dentaurum) presenta mayor fuerza de adhesión a brackets metálicos cementados a esmalte.

V.2 Específicos

1. Evaluar la resistencia al cizallamiento de brackets metálicos cementados en esmalte utilizando el adhesivo no liberador de flúor Transbond XT (3M).
2. Evaluar la resistencia al cizallamiento de brackets metálicos cementados en esmalte utilizando el adhesivo liberador de flúor Ortho Solo (Ormco).
3. Evaluar la resistencia al cizallamiento de brackets metálicos cementados en esmalte utilizando el adhesivo liberador de flúor Light Bond (Dentaurum).
4. Comparar los resultados obtenidos de la resistencia al cizallamiento de los grupos liberadores de flúor.
5. Comparar los resultados obtenidos de la resistencia al cizallamiento de los grupos liberadores de flúor para determinar si estadísticamente existe una diferencia significativa, con el grupo no liberador de flúor.

VI. MATERIAL Y MÉTODOS

VI.1 Tipo de investigación

Experimental *in vitro*.

VI.2 Población o unidad de análisis

Primeros y segundos premolares superiores e inferiores extraídos de pacientes por indicación ortodóncica o periodontal.

VI.3 Muestra y tipo de muestra

60 premolares, divididos en 3 grupos, cada uno conformado por 20 dientes para la realización de pruebas de resistencia al cizallamiento.

El tamaño de la muestra se determinó siguiendo la norma ISO/TS 29022 2013, DENTISTRY ADHESION NOTCHED-EDGE SHEAR BOND STRENGTH TEST, la cual indica un tamaño de mínimo 15 especímenes por grupo a estudiar (ISO29022, 2013).

VI.3.1 Criterios de selección

Criterios de inclusión:

Premolares superiores e inferiores sanos, extraídos por indicaciones ortodóncicas o periodontales.

Premolares sometidos a inmersión en solución salina inmediatamente después de haber sido extraídos de la cavidad oral.

Premolares almacenados en solución salina, con un periodo no mayor a 6 meses después de su extracción.

Criterios de exclusión:

Premolares con presencia de alguna lesión cariosa.

Premolares que presenten restauraciones en alguna de sus superficies.

Premolares con presencia de fluorosis o algún defecto en el esmalte.

Premolares con presencia de fractura coronaria o fisuras.

Criterios de eliminación:

Premolares que, durante su manipulación en este estudio hayan sufrido alguna fractura coronaria.

Premolares que hayan sufrido desprendimiento del bracket antes de ser sometidos a la máquina de fuerzas.

Premolares que, durante su procesamiento se hayan contaminado en su superficie.

Premolares que permanecieran almacenados en solución salina más de 2 meses, sin haberse realizado el cambio de la solución.

VI.3.2 Variables estudiadas

Variables dependientes

| Variable | Definición conceptual | Definición operacional | Tipo de variable | Escala de medición | Unidad de medida |
|------------------------------|---|--|------------------|--------------------|------------------|
| Resistencia al cizallamiento | Ensayo que tiene por objetivo definir la fuerza de adhesión del bracket metálico a esmalte mediante la prueba de resistencia al cizallamiento | Se realiza el ensayo utilizando la máquina universal de pruebas empleando los métodos de las normas internacionales para evaluar los materiales adhesivos, atendiendo a la ISO/TS 11405:2003 | Cuantitativa | Continua | MPa |

Variables independientes

| Variable | Definición conceptual | Definición operacional | Tipo de variable | Escala de medición | Unidad de medida |
|--|--|---|------------------|--------------------|------------------|
| Protocolo de adhesión con adhesivo no liberador de flúor Transbond XT (3M) | Proceso que involucra el uso de una resina líquida para la adhesión de brackets metálicos a esmalte. | El adhesivo se coloca sobre la superficie del esmalte previamente grabado con ácido fosfórico al 37% durante 15 segundos y lavado con agua destilada por 30 segundos y secado con papel filtro. | Cuantitativa | Continua | MPa |

| | | | | | |
|---|---|--|---------------------|-----------------|------------|
| <p>Protocolo de adhesión con adhesivo liberador de flúor Ortho Solo (Ormco)</p> | <p>Proceso que involucra el uso de una resina líquida para la adhesión de brackets metálicos a esmalte.</p> | <p>El adhesivo se coloca sobre la superficie del esmalte previamente grabado con ácido fosfórico al 37% durante 15 segundos y lavado con agua destilada por 30 segundos y secado con papel filtro.</p> | <p>Cuantitativa</p> | <p>Continua</p> | <p>MPa</p> |
| <p>Protocolo de adhesión con adhesivo liberador de flúor Light Bond (Dentaurum)</p> | <p>Proceso que involucra el uso de una resina líquida para la adhesión de brackets metálicos a esmalte.</p> | <p>El adhesivo se coloca sobre la superficie del esmalte previamente grabado con ácido fosfórico al 37% durante 15 segundos y lavado con agua destilada por 30 segundos y secado con papel filtro.</p> | <p>Cuantitativa</p> | <p>Continua</p> | <p>MPa</p> |

VI.4 Procedimiento

1. Se recolectaron primeros y segundos premolares superiores e inferiores recién extraídos de pacientes de varios consultorios dentales, por indicación ortodóncica y periodontal. Se solicitó a los pacientes la donación voluntaria de sus dientes extraídos, y se les explicó de una manera clara y comprensible sobre la investigación que se llevó a cabo con dichos órganos, haciéndoles saber que el estudio es meramente investigativo y sin fines de lucro.
2. Los premolares extraídos se lavaron con agua para eliminar restos de sangre.
3. Se almacenaron inmersos en solución salina para su posterior estudio.
4. Se consiguieron moldes de silicón, y se colocaron los dientes recolectados en dichos moldes cubriendo su porción radicular con acrílico Quarz, dejando expuesta únicamente la corona de los órganos dentarios para el estudio. Con cada grupo de premolares se utilizó acrílico de diferente color para diferenciarlos.
5. El protocolo de acondicionamiento fue el mismo para todos los grupos de premolares; con un hisopo embebido en hipoclorito de sodio al 5.25% se colocó sobre la superficie vestibular de los premolares, dejando actuar por 60 segundos, luego se lavó con agua destilada por 30 segundos, se secó la superficie con papel filtro, se grabó el esmalte con ácido fosfórico al 37% sobre la superficie vestibular durante 15 segundos, se lavó con agua destilada por 30 segundos y posteriormente se secó con papel filtro.
6. Se colocó el adhesivo correspondiente a cada grupo:
 - I. Se colocó con un microbrush una capa delgada de adhesivo no liberador de flúor Trans Bond XT (3M) sobre las superficies vestibulares de los premolares previamente acondicionadas.
 - II. Se colocó con un microbrush una capa delgada de adhesivo liberador de flúor Ortho Solo (Ormco) sobre las superficies vestibulares de los premolares previamente acondicionados.

III. Se colocó con un microbrush una capa delgada de adhesivo liberador de flúor Light Bond (Dentaurum) sobre las superficies vestibulares de los premolares previamente acondicionados.

Después cada grupo será tratado con el mismo protocolo para la colocación de brackets metálicos, pero en cada grupo se utilizará la resina de la misma casa comercial que el adhesivo colocado previamente.

7. Se tomó el bracket con la pinza porta bracket y se le colocó la resina ortodóncica correspondiente a cada grupo, directamente sobre la malla.
8. Se colocó el bracket sobre el diente en su superficie vestibular, previamente grabada y con su adhesivo correspondiente, y se aplicó presión sobre el bracket.
9. Se retiraron excedentes de resina.
10. Se procedió a polimerizar la resina, con 2 polimerizaciones de 3 segundos (mesial y distal del bracket), por medio de la lámpara de luz led VALO (Ultradent), con una potencia de 3200 mW/cm².
11. Posteriormente se midió la resistencia al cizallamiento del bracket adherido al esmalte en una máquina universal de pruebas marca CMS Metrology modelo WDW-5Y. Las bases de los brackets fueron alineadas paralelas a la hoja de corte de la máquina y posteriormente fueron decementados colocando la hoja en la base del bracket de cada premolar. La resistencia al fue medida en Newtons mediante el software United Test, se programó una velocidad de descenso de la hoja de 1.0 mm/min. Los resultados obtenidos en Newtons se convirtieron a Megapascales (MPa) utilizando el área de la base del bracket la cual es de 9.13 mm².
12. Una vez finalizadas las pruebas se analizaron los resultados haciendo las comparaciones necesarias entre los diferentes grupos.

VI.4.1 Análisis estadístico

Se obtuvo la media y la desviación estándar de cada grupo. Para conocer si existe diferencia significativa entre los 3 grupos estudiados se realizó la prueba de análisis de varianza (ANOVA) y la prueba post hoc de Tukey.

Dirección General de Bibliotecas UAQ

VII. RESULTADOS

Los valores de la resistencia al cizallamiento de brackets y la descripción del análisis estadístico se muestran en la tabla 1 y en la gráfica 1. El Promedio de la resistencia al cizallamiento del Grupo I fue de 10.75 ± 4.82 MPa; en el grupo II, el promedio de la resistencia al cizallamiento fue de 14.81 ± 3.29 MPa y para el grupo III, el promedio fue de 12.16 ± 2.08 MPa. Estadísticamente se mostró una diferencia significativa en el grupo I con respecto al grupo II, el grupo II presentó la mayor resistencia al cizallamiento comparado con el grupo I y III, sin embargo, la diferencia no fue estadísticamente significativa comparado con el grupo III, sólo comparado con el grupo I, tal y como se observa en la tabla 2.

Tabla 1: Resistencia al cizallamiento de brackets metálicos en los diferentes grupos según el adhesivo utilizado

| | Grupo I (n=15) | Grupo II (n=13) | Grupo III (n=13) | Valor de P |
|-------------|----------------------------------|----------------------------------|----------------------------------|-------------------|
| | $\bar{x} \pm DE$ (Rango) | | | |
| Resistencia | 10.75 ± 4.82 (5.03-19.13) | 14.81 ± 3.29 (8.23-21.93) | 12.16 ± 2.08 (9.48-16.91) | 0.0044 |

\bar{x} : Media; DE: Desviación estándar.

Grupo I: Adhesivo no liberador de flúor Transbond XT (3M). **Grupo II:** Adhesivo liberador de flúor Ortho Solo (Ormco) **Grupo III:** Adhesivo liberador de flúor Light Bond (Dentaurum).

Gráfica 1. Resistencia al cizallamiento (MPa) de los 3 grupos evaluados

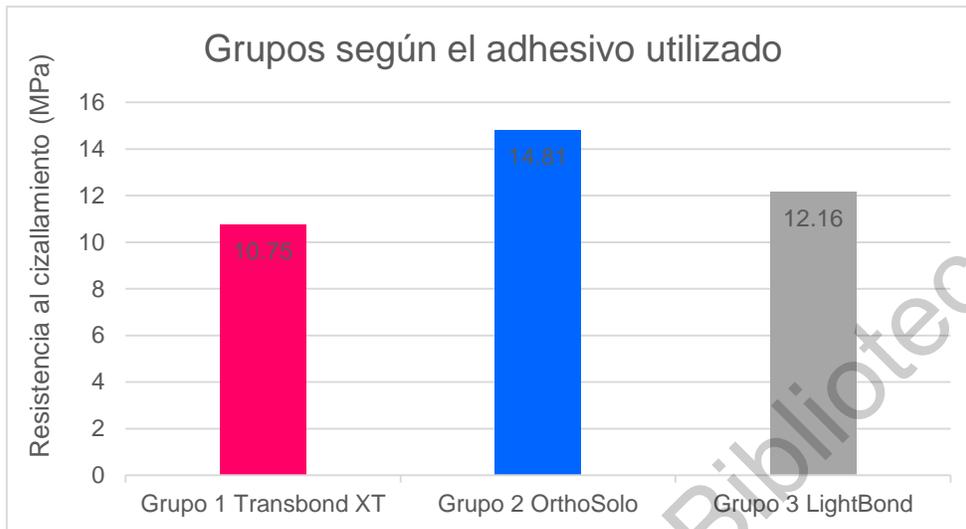


Tabla 2. Comparación entre los 3 grupos mediante la prueba post hoc de Tukey.

| Grupos comparados | Diferencia significativa |
|-------------------|--------------------------|
| I-II | Sí |
| I-III | No |
| II-III | No |

VIII. DISCUSIÓN

El presente estudio evaluó 3 grupos de dientes, utilizando en cada uno un adhesivo liberador o no liberador de flúor de distintas marcas. El objetivo principal fue determinar cuál de los adhesivos liberadores de flúor presenta una mayor resistencia al cizallamiento y si alguno de ellos o ambos presentan una fuerza de adhesión equiparable a un adhesivo convencional no liberador de flúor, ya que de ser así, representaría un beneficio adicional para el paciente al tener una adecuada fuerza de adhesión, además de una protección contra la desmineralización del esmalte.

En un principio al plantear la investigación se creía que la fuerza de adhesión iba a ser mejor en el grupo donde se utilizó el adhesivo convencional no liberador de flúor (grupo I), y que los resultados no serían tan efectivos en los demás grupos (grupo II y III), sin embargo se planteó la idea de que el adhesivo liberador de flúor Ortho Solo resultaría con una mayor fuerza de adhesión comparándolo con el adhesivo liberador de flúor Light Bond, lo cual sucedió tal como lo esperábamos.

En el grupo I, se utilizó el adhesivo no liberador de flúor Transbond XT de la casa comercial 3M con su respectiva resina, el cual consideramos nuestro adhesivo estándar, el protocolo de acondicionamiento previo a la colocación del adhesivo fue colocar con un hisopo, hipoclorito de sodio al 5.25% sobre la superficie vestibular de los premolares durante 60 segundos, luego se lavó con agua destilada por 30 segundos, se secó la superficie con papel filtro, se grabó el esmalte con ácido fosfórico al 37% sobre la superficie vestibular durante 15 segundos, se lavó con agua destilada por 30 segundos y posteriormente se secó con papel filtro. El valor promedio de la resistencia al cizallamiento para este grupo fue de 10.75 ± 4.82 MPa. En todos los grupos se realizó el mismo acondicionamiento previo a la adhesión de los brackets, en el grupo II se utilizó el adhesivo Ortho Solo de la casa comercial Ormco con la resina Enlight de la misma casa comercial y en el grupo III se utilizó el adhesivo Light Bond de la casa comercial Dentaaurum con su respectiva resina.

En los grupos II y III, hubo un aumento en la resistencia al cizallamiento en comparación con el grupo I, aunque en el caso del grupo III la diferencia no fue significativa, obteniendo un valor promedio de 12.16 ± 2.08 MPa, mientras que el grupo II obtuvo un valor promedio de 14.81 ± 3.29 MPa, con lo cual la prueba de Tukey arrojó que sí existe diferencia significativa en este grupo respecto al grupo I.

Ambos adhesivos liberadores de flúor, es decir, el grupo II y III, mostraron mayor resistencia al cizallamiento comparado con el adhesivo considerado como el “estándar de oro” el cual no libera flúor, lo que nos demuestra que el flúor no afecta de manera negativa la adhesión.

El grupo II, en el cual se utilizó el adhesivo liberador de flúor Ortho Solo (Ormco), alcanzó un valor de 14.81 ± 3.29 MPa, resultando así, el grupo con el mayor promedio de resistencia al cizallamiento.

El grupo III, en el cual se utilizó el adhesivo liberador de flúor Light Bond (Dentaurum), obtuvo un valor de 12.16 ± 2.08 MPa, resultando también con un mayor promedio de resistencia al cizallamiento comparado con el adhesivo estándar no liberador de flúor, sin embargo, estadísticamente no hubo diferencia significativa.

En cuanto a la fuerza adhesión, Sonis y Snell (1989) no encontraron diferencias en los índices de decementado de brackets, comparando un sistema adhesivo liberador de flúor (FluorEver, Macrochem Corp.) frente a un sistema adhesivo convencional (Aurafill, Johnson & Johnson Dental Care Co.). En este estudio encontramos una mejoría en los índices de decementado de brackets en ambos adhesivos liberadores de flúor con respecto al adhesivo convencional.

IX. CONCLUSIONES

Los sistemas adhesivos liberadores de flúor no interfieren con la adhesión.

Los dos sistemas adhesivos liberadores de flúor utilizados en nuestro estudio tuvieron un mejor resultado respecto a la resistencia al cizallamiento comparados con el sistema adhesivo convencional no liberador de flúor.

No hubo diferencia significativa entre los dos sistemas adhesivos liberadores de flúor utilizados en nuestro estudio, sin embargo, el sistema adhesivo Ortho Solo de la casa comercial Ormco fue el que obtuvo los resultados más altos respecto a la resistencia al cizallamiento.

Ambos sistemas adhesivos, liberadores o no liberadores de flúor, tuvieron valores que oscilan en el rango de fuerza necesaria para soportar las fuerzas biomecánicas, por lo que cualquier elección resulta efectiva para los objetivos de un tratamiento, sin embargo, al elegir uno de los sistemas adhesivos liberadores de flúor utilizados en este estudio, además de tener una adecuada fuerza de adhesión estaríamos proporcionando un grado de protección contra la desmineralización del esmalte.

X. BIBLIOGRAFÍA

Abdelnaby YL, Al-Wakeel EES. Effect of early orthodontic force on shear bond strength of orthodontic brackets bonded with different adhesive systems. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2010b; 138: 208-214.

Ahn SJ, Lee SJ, Lee DY, Lim BS. Effects of different fluoride recharging protocols on fluoride ion release from various orthodontic adhesives. *J Dent* 2011; 39(3): 196-201.

Al-Saleh M, El-Mowafy O. Bond strength of orthodontic brackets with new selfadhesive resin cements. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2010; 137(4): 528533.

Årtun J, Bergland S. Clinical trials with crystal growth conditioning as an alternative to acid-etch enamel pretreatment. *Am J Orthod* 1984; 85(4): 333340.

Basdra EK, Huber H, Komposch G. Fluoride released from orthodontic bonding agents alters the enamel surface and inhibits enamel demineralization in vitro. *Am J Orthod Dentofac Orthop* 1996; 109(5): 466-472.

Bishara SE, Ajlouni R, Soliman MM, Oosombat C, Lafoon JF, Warren J. Evaluation of a new nano-filled restorative material for bonding orthodontic brackets. *World J Orthod* 2007; 8: 8-12.

Bishara SE, Oonsombat C, Soliman MMA, Warren J. Effects of using a new protective sealant on the bond strength of orthodontic brackets. *Angle Orthod* 2005; 75: 239-242.

Bishara SE, Ostby AW, Lafoon J, Warren JJ. A self-conditioner for resinmodified glass ionomers in bonding orthodontic brackets. *Angle Orthod* 2007; 77(4): 711-715.

Cohen WJ, Wiltshire WA, Dawes C, Lavelle CLB. Long-term in vitro fluoride release and rerelease from orthodontic bonding materials containing fluoride. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2003; 124: 571-576.

Dijkman GEHM, de Vries J, Lodding A, Arends J. Long-term fluoride release of visible light-activated composites in vitro: a correlation with in situ demineralization data. *Caries Res* 1993; 27: 117-123.

Dubroc GC, Mayo JA, Rankine CAN. Reduction of caries and demineralization around orthodontic brackets: Effect of a fluoride-releasing resin in the rat model. *Am J Orthod Dentofac Orthop* 1994; 106: 583-587.

Gómez de Ferraris ME et al. Esmalte. En: Gómez de Ferraris ME, Campos Muñoz A. *Histología y embriología bucodental*. Madrid: Panamericana, 2002; 271-315.

Gorelick L, Geiger AM, Gwinnett. Incidence of white spot formation after bonding and banding. *Am J Orthod* 1982; 81(2): 93-98.

Hanes CM, Hanes PJ. Effective delivery systems for prolonged fluoride release: Review of literature. *J Am Dent Assoc* 1986; 113: 431-436.

ISO/TS 11405:2003(E). Dental materials – Testing of adhesion to tooth structure.

Kitayama S, Nikaido T, Ikeda M, Foxton RM, Tagami J. Enamel bonding of selfetch and phosphoric acid-etch orthodontic adhesive systems. *Dent Mater J* 2007; 26(1): 135-143.

Mitchell L. An investigation into the effect of a fluoride releasing adhesive on the prevalence of enamel surface changes associated with directly bonded orthodontic attachments. *Br J Orthod* 1992b; 19(3): 207-214.

Nanci A, coord. *Ten Cate's Oral Histology. Development, Structure, and Function*. Saint Louis: Mosby, 2003.

Newman GV. Epoxi adhesives for orthodontic attachments: Progress report. *Am J Orthod* 1965; 51: 901-912.

O'Brien KD, Watts DC, Read MJF. Residual debris and bond strength –is there a relationship. *Am J Ortod Dentofac Orthop* 1988; 94: 222-230.

Powers JM. Bonding to dental substrates. En: Wise DL, Trantolo DJ, Altobelli DE, Yaszenaski MJ, Gresser JD, Schwartz ER (eds). *Enciclopedic Handbook of Biomaterials and Bioengineering. Part B. Applications – Dental applications*. New York: Marcel Dekker, 1995; 1639-1664.

Rawls HR. Preventive dental materials: sustained delivery of fluoride and other therapeutic agents. *Adv Dent Res* 1991; 5: 50-55.

Rawls HR. Evaluation of fluoride-releasing dental materials by means of in vitro and in vivo demineralization models: reaction paper. *Adv Dent Res* 1995; 9(3): 324-331.

Reynolds IR. A Review of Direct Orthodontic Bonding. *Br J Orthod* 1975; 2(3): 171-178.

Reynolds IR, von Fraunhofer JA. Direct Bonding of Orthodontic Brackets –a comparative study of adhesives. *Br J Orthod* 1976; 3(3): 143-146.

Reynolds IR, von Fraunhofer JA. Direct Bonding of Orthodontic Attachments to Teeth: the Relation of Adhesive Bond Strength to Gauze Mesh Size. *British J Orthod* 1976; 3(2): 91-95.

Sonis AL, Snell W. An evaluation of a fluoride-releasing, visible light-activated bonding system for orthodontic bracket placement. *Am J Orthod Dentofac Orthop* 1989; 95(4): 306-311.

Ruse ND. Question 2: What are the main factors I should consider when choosing between different bonding systems? En O'Keefe J. *Point of Care. J Can Dent Assoc* 2007; 73(4): 314-315.