



Universidad de Valparaíso
Facultad de Odontología
Escuela Postgrado
Especialidad Ortodoncia y Ortopedia DMF

Estudio in vitro sobre la compatibilidad adhesiva al cizallamiento de la interfase cemento-brackets.

Autor: Ángela Ramírez de la Fuente

Director de Tesis: Dr. Alex Vásquez Huerta.

Dr. Miguel Muñoz Pérez

Enero 2020

INDICE GENERAL

ÍNDICE GENERAL

CAPÍTULO I	1
1. INTRODUCCIÓN.	1
CAPÍTULO II	2
2. Antecedentes	2
CAPÍTULO III	17
3.1 Pregunta de investigación	17
CAPITULO IV	17
4. Hipótesis de investigación	17
4.1 Hipótesis nula	17
4.2. Hipótesis alternativa	17
CAPITULO V	17
5. Objetivos	17
5.1.- General	17
5.2. - Específicos	17

CAPÍTULO VI	18
6. DESCRIPCIÓN DE LA METODOLOGÍA:	18
6.1.- Diseño de estudio	18
6.2.-Muestreo y cálculo de tamaño muestral	18
6.3.- Variables	18
6.3.1.- Variable Independiente	18
6.3.2.-Variable Dependiente	18
6.3.3.- Tabla de Variables	19
6.4 Descripción de instrumentos de medición	20
6.5 Preparación de la muestra	22
6.6 Descripción de procedimientos de recolección de datos	25
6.7 Plan de análisis estadístico	25
CAPÍTULO VII	26
7. Resultados	26
CAPÍTULO VIII	29
8.Discusión	29
CAPÍTULO IX	31
9. Conclusiones	31
CAPÍTULO X	32
10. Resumen	32

CAPÍTULO XI	33
11. Consideraciones éticas	33
CAPÍTULO XII	34
12.- Cronograma	34
CAPÍTULO XIII	35
13. –Bibliografía	35

1.- Introducción

La búsqueda para encontrar un material que lograra unir soportes de ortodoncia directamente al esmalte dentario comenzó a mediados de los años 60, coincidentemente y de forma separada dos grandes pioneros en el tema como el Dr. George Newman y el profesor Fujio Miura, buscaban el desarrollo de un adhesivo que uniese soportes de plástico directamente al esmalte con la resistencia suficiente para soportar las fuerzas de oclusión durante el tratamiento y la masticación, mientras a la vez, permitía el control biomecánico y la eliminación de los soportes sin causar daños significativos al esmalte (Gange, 2015).

Desde aquella época a los tiempos actuales, múltiples mejoras han sido realizadas para aumentar la retención mecánica de los brackets a la resina, siendo estos esfuerzos mayormente direccionados en perfeccionar la malla de la base de los brackets (Wei y cols, 2004). Adicionalmente a esto, se ha intentado también mejorar la retención, aplicando distintos pretratamientos, tales como: microabrasión, silanización y tratamiento con láser (Interlandi, 2002); También se han incorporado dispositivos de fotopolimerización más potentes, con el fin de mejorar la unión del agente de cementación (Oz y cols, 2016); todos estos esfuerzos han sido evaluados través de diversos estudios con resultados más bien heterogéneos y poco concluyentes (Shi y cols 2014; Zhang y cols 2013; Ortiz y cols, 2008).

A pesar de los grandes avances y la introducción de nuevas tecnologías, sigue siendo un problema recurrente en la consulta ortodóncica la descementación de brackets de la superficie dentaria (Regan y cols, 1993). Esto acarrea un sinnúmero de problemas para el tratante, desde retrasos en el tratamiento, gastos inadecuados, inconvenientes para el paciente, hasta una disminución en el éxito de nuestro tratamiento (Waleed y cols, 2015).

Para evaluar detalladamente las fallas en la adhesión, Keizer realizó un estudio sobre la unión esmalte-resina -bracket concluyendo que la interfase esmalte/resina era más fuerte que la interfase resina/brackets, atribuyendo a esta última la responsabilidad en la mayoría de los casos en los cuales se presentó una falla en la adhesión (Keiser y cols, 1976). Almosa y Zafar en su revisión sistemática publicada en 2018, obtuvieron una prevalencia en la falla de unión en rangos de 0,6 a 28,3%; concluyendo que la prevalencia en desprendimiento de brackets durante el tratamiento ortodóncico es alta. Por lo tanto, sigue siendo un factor importante a considerar para conseguir un tratamiento exitoso.

Sin embargo, la compatibilidad adhesiva en la unión resina- brackets de un mismo fabricante es un factor poco estudiado y pudiese llegar a ser de gran ayuda para el clínico si se lograra demostrar la compatibilidad adhesiva que sugieren algunos fabricantes de materiales ortodóncico

2.- Antecedentes

2.1.- Que es la adhesión?

La adhesión es la fuerza de atracción que mantiene unidas moléculas de distinta especie.

En ortodoncia la incorporación de sistemas adhesivos ha sido uno de los factores más importantes en el éxito de los tratamientos en la actualidad, debido a que al sistema de adhesión produce la transmisión de fuerzas hacia los dientes y sistemas de soporte, generando así los movimientos necesarios a lograr para alcanzar los objetivos propuestos.

2.1.1 Tipos de Adhesión en Ortodoncia

Podemos encontrar distintos tipos de adhesión entre los aparatos ortodóncicos, el material de cementación y el tejido dentario.

- Mecánica: Es Aquella donde intervienen factores físicos, como poros y rugosidades, que hacen interconexión y los materiales se traban entre sí.
- Química: En esta unión actúan fuerzas primarias como enlaces iónicos, covalentes, metálicos y fuerzas de Van Der Walls, entre otras.
- Física: En esta Unión se forma enlaces entre átomos en la interfase del adhesivo y del adherente.
- Híbrida: Es la unión de dos o más de las anteriores.

En la literatura se describe que en la etapa de adhesión malla-adhesivo se producen los siguientes eventos (Uribe, 2010):

- Unión física entre el agente de enlace con esmalte grabado.
- Una unión química entre el agente de enlace y la resina final.
- Una unión física entre la resina final y las mallas de retención de los brackets.

La adhesión mecánica, debe ser nuestra elección por sobre las otras opciones, dado que no se busca una adhesión permanente, sino una que se pueda romper, de manera fácil, al finalizar el tratamiento de Ortodoncia sin causar daño al tejido dentario.

2.1.2 Técnicas de adhesión para brackets

Se describen 2 tipos de técnicas de adhesión de brackets (Proffit, 2008):

- Técnica directa: El operador pone directamente los brackets sobre los dientes. La principal dificultad que plantea esta técnica consiste en que el odontólogo tiene que determinar la posición adecuada para el anclaje y colocarlo con rapidez y precisión, hay menos oportunidades para medir con cuidado la posición del bracket o para efectuar ajustes de precisión que cuando se trabaja con el laboratorio. Por otra parte, la adhesión directa es la más sencilla, rápida y barata.
- Técnica Indirecta: El operador pone inicialmente los brackets en un modelo de yeso del paciente y luego lo traslada a los dientes por medio de cubetas de plástico. Tiene la ventaja de que permite colocar los brackets de forma más exacta.

Con respecto a la performance de ambas, Menini y cols 2014, describen en su ensayo clínico no haber encontrado diferencias estadísticamente significativas en la tasa total de falla de los enlaces entre ambas técnicas al comparar ambos arcos, ni al evaluar el nivel de apiñamiento dentario, la única variación significativa se encontró al comparar el segmento posterior de los arcos inferiores, en el que se registró un mayor porcentaje de desprendimientos unidos con la técnica indirecta.

2.1.3 Pasos en la técnica de adhesión directa de brackets

Los pasos a seguir para la adhesión directa e indirecta de los brackets en la superficie vestibular son los siguientes (Graber, 2005):

- Limpieza: Se realiza una limpieza sobre los dientes con piedra pómez para eliminar la placa y la película orgánica que normalmente cubre los dientes.
- Acondicionamiento de esmalte:
 - Control de la humedad: después del aclarado es esencial controlar la saliva y mantener el campo de trabajo seco.
 - Pretratamiento del esmalte: Una vez aislado el campo de trabajo se graba el esmalte con ácido ortofosfórico 37% entre 15-30 segundos. Una vez finalizado el proceso se elimina la solución aplicando un abundante pulverizado de agua sobre los dientes. No debe haber contaminación salival en las superficies grabadas. Posteriormente, se secan los dientes minuciosamente con aire, sin humedad ni aceite, para obtener la ya conocida apariencia mate y blanco tiza.

- Sellado: Una vez que los dientes están totalmente secos y con un color blanco tiza, se debe aplicar una fina capa de agente adhesivo (sellador e imprimador) sobre la superficie grabada de esmalte. La capa puede adelgazarse aplicando aire durante 2 segundos y fotopolimerizando durante 20 segundos. Una vez cubierto todas las superficies grabadas se deben colocar inmediatamente los brackets.
- Adhesión: Inmediatamente después de colocar el sellador o imprimador sobre los dientes que se van a tratar, el profesional debe proceder a la adhesión de los demás elementos. En la actualidad la mayoría de los profesionales adhiere de forma rutinaria con la técnica directa en vez de la indirecta y cerca de 75% de los especialistas han reemplazado los adhesivos quimiopolimerizables compuestos de un o dos pastas por las resinas adhesivas fotopolimerizables.

2.2 Desarrollo de los materiales adhesivos en Ortodoncia

La búsqueda para encontrar un material que lograra unir soportes de ortodoncia directamente al esmalte dentario comenzó a mediados de los años 60, coincidentemente y de forma separada dos grandes pioneros en el tema como el Dr. George Newman, ortodoncista en Orange, Nueva Jersey, y el profesor Fujio Miura, presidente del Departamento de Ortodoncia de la Universidad de Medicina y Odontología de Tokio en Japón, buscaban el desarrollo de un adhesivo que uniese soportes de plástico directamente al esmalte con la resistencia suficiente para soportar las fuerzas de oclusión durante el tratamiento, la masticación y el arco de alambre, mientras a la vez, permitía el control biomecánico y la eliminación de los soportes sin causar daños significativos al esmalte(Gange, 2015).

La meta de lograr que la ortodoncia con aparatos fijos adhesivos fuese una realidad se vislumbraba ya cercana a mediados de la década de los 70, múltiples esfuerzos y diversos protagonistas impulsaron estas mejoras y avances. Es así como Retief y colaboradores se asociaron con 3M Unitek (Monrovia, Calif) para desarrollar una rejilla de malla soldada sobre un material de banda de acero inoxidable aplanado con un soporte de metal soldado (Retief y cols, 1970). En paralelo Dentsply / Caulk (Milford, Del) introdujo el primer adhesivo curable con luz ultravioleta (UV) de pasta única, llamado Nuva Tach (Bowen, 1967). Con los años distintas empresas fueron incorporando mejoras a estos dispositivos, de esta forma se pudo ver como en 1979, Ormco (Orange, California) desarrolló y patentó una técnica para soldar malla a una almohadilla de lámina metálica, eliminando puntos de soldadura que reducen la resistencia. Este diseño permitió que el adhesivo penetre entre la malla y la almohadilla de aluminio, aumentando así la retención mecánica (Silverman, 1995).

La introducción de materiales restauradores fotopolimerizables a mediados de los 80 dio un enorme impulso a la Odontología y fue uno de los cambios más dramáticos en la especialidad de Ortodoncia, la aplicación de estos para unir brackets a los dientes, retenedores linguales y bandas de ortodoncia se hizo cada vez más popular (Bortolazzo y cols, 2013). Las ventajas para el clínico fueron enormes, ya que esto permitió que existiese suficiente tiempo para colocar los soportes en la posición correcta y eliminar fácilmente cualquier exceso de material antes de la activación e inserción del arco de ortodoncia, permitiendo así un tiempo de trabajo ilimitado (Sfondrini y cols, 2004), además de disminuir la irritación gingival, dar mayor estética y aumentar la capacidad de mantener una mejor higiene bucal (Waleed y cols, 2015).

La elección de un material de cementación en Ortodoncia debe cumplir una serie de criterios formidables: ha de ser dimensionalmente estable; debe ser bastante fluido para poder penetrar en la superficie del esmalte; ha de tener una excelente resistencia inherente y debe ser fácil de utilizar clínicamente (Proffit, 2008).

Actualmente, los materiales adhesivos más utilizados son los cementos de resina, los cuales presentan una composición similar a las resinas compuestas, pero con menor cantidad de relleno y teniendo como monómero BISGMA y DMU, lo que les otorga una mayor fluidez, pero las hace más difícil de manipular (Shinkai y cols, 2001).

2.3 Cementos de Resina:

Los cementos de resina compuesta son cementos a base de polímeros diseñados para adherirse a la estructura dentaria. Se llaman así, porque están formados por una matriz o fase orgánica, un relleno inorgánico y un agente de acoplamiento entre ambos elementos, generalmente es un grupo vinil-silano. Las propiedades variarán según el tipo de resina o de relleno y cada producto presente en el mercado tiene sus propias variantes, que dan propiedades ligeramente diferentes siendo utilizados exitosamente como cemento de aparatología fija en ortodoncia.

2.3.1 Composición:

1. Matriz: Corresponde a un material de resina plástica que forma una fase continua. El monómero base más utilizado durante los últimos 30 años corresponde al Bis-GMA (Bisfenol-A-Glicidil metacrilato), el cual tiene un mayor peso molecular en comparación con los metilmetacrilatos, lo que le confiere una menor contracción por polimerización, menor volatilidad y menor difusividad en los tejidos, pero a la vez aumenta su viscosidad y hace más difícil su manipulación. En los últimos años se han incorporado monómeros de baja viscosidad tales como TEGDMA (triethylenglicol dimetacrilato), siendo el sistema Bis-GMA/ TEGDMA ampliamente utilizado con resultados clínicos satisfactorios; así como también Bis -EMA6 (Bisfenol A Polietileno glicol dieter dimetacrilato) y el UDMA (dimetacrilato de uretano) (Rodríguez y cols, 2008).
2. Relleno: Son aquellas partículas que proporcionan estabilidad dimensional a la matriz resinosa y mejora sus propiedades. Las partículas de relleno más utilizadas en la actualidad corresponden a las de cuarzo o de vidrio de bario. Una mayor cantidad de relleno les proporciona una mejora a las propiedades de la resina tales como: Reducción en la contracción por polimerización, menor coeficiente de expansión térmica, aumento a la resistencia a la tracción, compresión y abrasión; así como también, un aumento en el módulo de elasticidad.
3. Agente de conexión o acoplamiento: Favorece la unión con la matriz. El silano más utilizado es el γ -metacril-oxipropil trimetoxi-silano (MPS). Este compuesto mejora las propiedades físicas y mecánicas de las resinas compuestas a través de la transferencia de tensiones desde la matriz resinosa a las partículas de relleno (fase más rígida).
4. Sistema activador: Iniciador de la polimerización.
5. Pigmentos: Permiten obtener el color semejante de los dientes.
6. Inhibidores de la polimerización: los cuales alargaran la vida de almacenamiento y aumentan el tiempo de trabajo.

Los cementos de resina son en composición muy similares a las resinas compuestas utilizadas comúnmente en odontología restauradora, lo que ha provocado la utilización de composites fluidos para la cementación de brackets metálicos en ortodoncia. Silva y cols, en su publicación de 2013 evaluaron SBS (Resistencia al cizallamiento), la resistencia la flexión, el módulo de flexión y la tensión de contracción de polimerización de dos compuestos fluidos (Filtek Z-350 y Opallis) y un compuesto de Ortodoncia (Transbond XT). Los resultados encontrados por los investigadores muestran que no hay diferencias estadísticamente significativas entre los 3 compuestos en cuanto se refiere a la resistencia a la flexión; pero con respecto a los otros parámetros evaluados, Transbond XT se mostró superior en propiedades comparado con las resinas fluidas, mostrando incluso una tensión por contracción de polimerización mucho menor de los esperado (Silva y cols, 2013).

2.3.2 Mecanismo de activación de polimerización:

- Autocurado químico: Los agentes autopolimerizables consisten en 2 pastas, con la pasta base conteniendo amina aromática terciaria y la pasta catalizadora conteniendo peróxido de benzoil (Fonseca y cols, 2004).
- Curado por efecto de la luz: Los materiales fotopolimerizados son sistemas de pasta única utilizando un fotoiniciador, tal como la canforoquinona (El-Badrawy, 1995).
- Dual: Los agentes de cementación dual tienen ambos los sistemas de iniciación, de esa manera poseen 2 sistemas de pastas, con la pasta base conteniendo usualmente canforoquinona, amina alifática y amina aromática terciaria y la pasta catalizadora conteniendo peróxido de benzoil (Fonseca y cols, 2004).

Según Scougall y Carranza, en la revisión bibliográfica publicada en 2010, los sistemas de autograbado aplicados en ortodoncia ofrecen grandes ventajas para los pacientes y operadores:

- 1.- Patrón de grabado más conservador que los métodos convencionales.
- 2.- Rápida aplicación, lo cual reduce el riesgo de contaminación con saliva y disminuye el tiempo clínico.
3. La menor resistencia al cizallamiento se ve compensada con valores que son adecuados para el tratamiento ortodóncico.

4. Actualmente ya existen agentes de autograbado que no son significativamente menores a la técnica convencional de grabado ácido.

5. Los sistemas de autograbado cumplen con el concepto de intervención mínima y son la alternativa más conservadora para la práctica ortodóncica.

Existe diversos estudios que comparan la resistencia al cizallamiento (SBS) y las propiedades de los materiales que presentan estos mecanismos de activación, con resultados dispares hasta el momento. Mohammadi y cols en 2018 compararon la resistencia al cizallamiento entre Transbond XT, Concise y Unite. Siendo el primero de estos el que ofrecía la menor resistencia de adhesión entre los tres adhesivos. La resistencia fue probada con distintas magnitudes de fuerzas las cuales iban desde los 50, 100, 200, 300, 400, 600 hasta 1000 gramos. Si bien, Concise mostró una SBS más baja que Unite al principio, su fuerza de unión superó a Unite en fuerzas de unión pesadas. Unite mostró una alta fuerza de unión con casi toda las pruebas. Tanto Concise como Unite lograron cerca de 15 MPa por 1000 g de fuerza de unión. Sin embargo, en el estudio realizado por Sharma y cols en 2014, el desempeño de Transbond XT Adhesivo de fotocurado (15.49 MPa) estuvo por encima de los valores presentados por Rely-a-Bond Adhesivo de autocurado (12.26MPa).

Con respecto a la microfiltración de la interfase esmalte- adhesivo- brackets, Atash y cols, en su estudio de 2017, evaluaron este factor entre 6 tipos distintos de sistemas adhesivos (auto y fotopolimerización), los resultados obtenidos, muestran al sistema de autograbado Transbond™ Plus Self-Etching con unos valores mayores de microfiltración, mientras que Transbond™ MIP, Transbond XT Light cure adhesive paste y Scotchbond Universal Etchant, sistema de grabado convencional, mostraban una menor microfiltración. Los autores concluyen que la unión del esmalte mediante el grabado convencional da como resultado una adhesión mayor y de mejor calidad.

Con la finalidad de simplificar los pasos en la técnica de adhesión de Brackets a la superficie dentaria se han incorporado una nueva generación de sistemas adhesivos, llamados acondicionadores de autograbados (SEP): Ellos buscaban disminuir el número de etapas al eliminar la aplicación de ácido fosfórico 37%, así como reducir el tiempo clínico y disminuir el riesgo de contaminación que producen los sistemas de adhesión convencionales.

En la literatura podemos encontrar diversos estudios que nos describen el rendimiento clínico que tienen en la adhesión de brackets metálicos a la superficie dentaria. Domínguez y cols en 2013, estudiaron los tipos de acondicionador de esmalte utilizando la pasta adhesiva Transbond el primer grupo correspondía al sistema tradicional (grabado ácido + imprimación adhesiva Transbond XT) y un primer de autograbado de una sola etapa (Transbond Plus). Utilizaron un diseño de boca dividida y ambos sistemas se usaron en el mismo paciente. Se evaluaron las tasas de falla para cada sistema; el grupo de sistema convencional mostró una tasa de fracaso de 5,41%, mientras que la tasa de fracaso de SEP fue de 4,58%. Las diferencias en los valores encontrados no fueron estadísticamente significativas, por lo que la eficiencia clínica de Transbond Plus (SEP) fue similar al sistema convencional.

En lo que concierne a la SBS de los acondicionadores de autograbado y de fotocurado, Pinheiro y Tescaro (2013) evaluaron ambos sistemas a través de Microscopia electrónica de Barrido (SEM). En su estudio concluyeron que la mejor condición para la aplicación de acondicionadores al esmalte dental ocurre en ausencia de humedad independiente del sistema a utilizar, pues ambos sistemas de primer (Hidrófilo e Hidrófobo), mostraban valores aceptables. Sin embargo y dado los resultados de los acondicionadores hidrófobos en condiciones húmedas, los autores sugerían el uso de sistemas insensibles a la humedad, sobre todo en los sectores donde no se pueda asegurar que las áreas de aplicación estén 100% secas.

Por su parte Seelinger y cols (2017) entregan datos interesantes al comparar distintos acondicionadores manteniendo el cemento de adhesión (Transbond XT Adhesive), según los datos entregados por ellos, las diferencias no son estadísticamente significativa, estando estos rangos dentro de los parámetros aceptables para su uso en ortodoncia, por lo tanto, plantean que el clínico no necesita tener en stock todos los sistemas adhesivos, sino que solo basta con cambiar el sistema acondicionador según la situación clínica requerida. Mirzakouchaki y cols (2012) encontraron que las técnicas de autograbado producen fuerzas de unión más débiles que las generadas por la técnica convencional, tanto en brackets metálicos como en los cerámicos.

Independiente del sistema o la composición del material elegido por el clínico, los estudios actuales sobre SBS de los cementos de resina utilizados en la cementación de brackets metálicos a la superficie dentaria, nos hablan de valores que son más que aceptables para realizar con tranquilidad un tratamiento de ortodoncia, dado que se encuentran por sobre el rango mínimo de SBS aceptado (5.9 a 7.8 MPa) para un enlace clínico exitoso sugerido por Reynolds en 1975. Por lo tanto, es de criterio del profesional el tipo de sistema de adhesión a utilizar, dependiendo siempre esto, de las condiciones presentes en la cavidad oral y de las necesidades clínicas que tengamos en cada caso en particular.

2.4 Brackets

Desde 1928 la variedad de brackets se ha ampliado para satisfacer las necesidades de los diferentes tratamientos, de las técnicas y de los caprichos personales de los ortodoncistas. La demanda comercial para producir variaciones y sistemas con diferentes especificaciones creció y cambiaron la forma de los diseños y los materiales de fabricación.

Actualmente los mayormente utilizados corresponden a los brackets de la técnica de arco recto, los cuales Iván Lee introdujo a la ortodoncia 1950 y su principal característica era que los brackets poseían torque y los tubos angulación. Ya en 1971, Andrews introdujo los brackets de la técnica de arco recto con angulaciones y torques específicos para cada diente. El sistema pretendía eliminar los dobleces de primer, segundo y tercer orden.

Hasta este momento siguen siendo las de malla de acero inoxidable propuestas por Retief, quienes han mostrado mejor retención al esmalte dentario (Dickinson, 1980).

El bracket convencional actual está formado por una base con una malla que permite la adhesión al diente, una ranura para la ubicación del arco y unas aletas o ganchos que permiten fijar elásticos o ligaduras.

2.4.1 Tipos de Brackets :

a) Brackets Metálicos:

- Fundidos o colados : se realizan por inyección de acero inoxidable, con lo cual se consigue una exactitud inigualable, principalmente en su slot.
- Maquinados o troquelados se desarrollan a partir de un bloque sólido de acero inoxidable, sobre el cual mediante fresas y tornos se consigue llegar a la forma necesaria.

b) Brackets Cerámicos: La cerámica es un tipo de vidrio, los brackets de cerámica y al igual que este, los brackets tienden a quebrarse. Como el acero es mucho más resistente a la fractura, los brackets de cerámica deben ser más voluminosos que los de acero inoxidable y su diseño suele ser más ancho que los de acero. La mayoría de los brackets disponibles en la actualidad son aluminosos, ya sea de unidades monocristalinas o policristalinas.

2.4.2 Tipos de Bases de Brackets metálicos (Cozza y cols, 2006):

Brackets con bases soldadas: Las bases metálicas se sueldan a los cuerpos del soporte. Las bases pueden ser del tipo: perforadas grupales, láminas de malla y bases fotograbadas.

Brackets con bases integrales: La base y las partes restantes del soporte son una pieza única. Cuatro tipos de bases pertenecen a este grupo: bases de ranura de retención, bases de malla, bases de vuelo y bases estructuradas por láser.

Múltiples mejoras han sido realizadas para aumentar la retención mecánica de los brackets, siendo estos esfuerzos mayormente direccionados en perfeccionar la malla de la base de los brackets (Wei y cols, 2004).

Para aumentar la fijación del adhesivo a la base metálica de los brackets de ortodoncia, se han sugerido varios diseños retentivos químicos y mecánicos. La retención mecánica se mejoró colocando rebajes en las bases del soporte de fundición o soldando alambres de malla de diferentes diámetros a la base del soporte, además de incorporar diferentes diseños en la propia malla. Otros enfoques innovadores para mejorar la retención incluyen el uso de bases estructuradas con láser (Sorel y cols, 2002), utilizando bases de soporte recubiertas de plasma de metal (Thind y cols, 2006) y la fusión de partículas metálicas o de cerámica a las bases (Smith y cols, 1983).

Sunna y cols (2008) estudiaron el efecto en la retención cuando se aplica un arenado en las bases de brackets ortodónticos previo a la cementación. 1112 brackets metálicos fue monitoreados durante un año. La tasa general de falla fue del 4.0% y la tasa de falla para los brackets sin arenado y arenados fue de 4.7 y 3.4% respectivamente. La aplicación de arenado a la malla de los brackets no mejoró significativamente la retención de brackets ortodónticos según este estudio.

El paso de los años y los tiempos actuales han hecho que la búsqueda de una mayor estética haya generado la necesidad de reducir del volumen de los brackets metálicos dando como resultado una menor área de superficie para la unión esmalte-adhesivo- bracket, lo que afecta significativamente su resistencia (Sharma-Sayal y cols, 2003). En esta búsqueda de evaluar los soportes de los Brackets metálicos Cozza y cols (2006) compararon la resistencia de la unión al cizallamiento de diferentes soportes de ortodoncia metálicos, ellos concluyeron que todos los soportes probados proporcionaron

niveles de fuerza de unión aceptables y que la ampliación del área de superficie del soporte puede aumentar la capacidad de carga, pero provoca una caída de la adaptabilidad y que la extensión de la base retentiva pudiese ser inferior a los 7 mm² propuestos como el área mínima en otros estudios.

Hudson y cols en 2011 evaluó el tamaño y diseño de diferentes bases de brackets metálicos. Se concluye de dicho estudio que el tamaño de la base, el tratamiento de la superficie, el diámetro de la hebra de la malla y el tamaño de la abertura de la malla de la base del soporte tienen un efecto significativo en la resistencia de la unión al corte en la interfaz soporte / adhesivo.

En este contexto, muchos estudios exploraron las posibilidades de modificación del bracket, incluida la base del bracket de doble malla, la cual vemos cada vez más presente en los diseños de bases de bracket disponibles en el mercado (Knox y cols, 2001).

A partir de la aparición de estas nuevas mallas, diversos estudios se han realizado para evaluar su aporte en comparación a las mallas simples. Bishara y cols en 2005 comparó las fuerzas de unión al cizallamiento de dos bases de brackets metálicos, uno con una base de soporte de malla única en miniatura y el otro con una base de soporte de doble malla. El sistema adhesivo Transbond XT se utilizó para unir todos los soportes a los dientes. La resistencia media al cizallamiento para los brackets de malla doble fue 5.2 a 3.9 MPa y para los brackets de malla simple fue 5.8 a 2.8 MPa. Estos resultados indicaron que las bases de soporte de malla simple y doble tienen una fuerza de unión al cortante comparable y un modo de falla del soporte.

Sin embargo, un estudio más reciente realizado por Shyagali y cols en 2015, donde a través de la construcción de un modelo de elemento finito tridimensional del sistema de soporte-cemento-diente, comparó las bases de malla única con una de doble malla. Los resultados arrojaron que, en el caso de una base de bracket de malla doble, hubo una reducción en la generación de tensión en el esmalte en comparación con la base de bracket de malla única. No hubo diferencias en el estrés generado en la capa de soporte entre bases de soporte de malla simple y doble. A la luz de los resultados los autores concluyeron que el diseño del bracket puede mejorar las habilidades de unión y al mismo tiempo reducir el daño al esmalte al desalajo.

2.5 Prevalencia falla de unión Esmalte-Adhesivo- Brackets

A pesar de los grandes avances y la introducción de nuevas tecnologías, sigue siendo un problema recurrente en la consulta ortodóncica la descementación de los brackets a la superficie dentaria (Regan y cols, 1993). Esto acarrea un sinnúmero de problemas para el tratante, desde retrasos en el tratamiento, gastos inadecuados, inconvenientes para el paciente, hasta una disminución en el éxito de nuestro tratamiento (Waleed y cols, 2015).

La prevalencia del desalojo de brackets cementados con técnica directa encontrada por Read y O'Brien (1990) corresponde 6,5 % para un adhesivo fotocurado; Por otro lado, Adolfsson y cols (2002), evaluó la falla de unión en 320 pacientes seguidos longitudinalmente durante el tratamiento de ortodoncia. Los resultados arrojados correspondían a una tasa global de falla del 7,2%, donde las fallas en la adhesión fueron significativamente más altas en la mandíbula, y los segundos premolares mostraron la prevalencia más alta (23%).

Almosa y Zafar en su revisión sistemática del 2018, evaluaron 17 estudios, donde se obtuvo un número de paciente que iba desde los 19-253 con edades promedio de 10.5 a 38.7 y los brackets evaluados oscilaban entre los 361 a 3336. Encontrando una prevalencia en la falla de unión en rangos de 0,6 a 28,3%. Concluyendo que la prevalencia en desprendimiento de brackets durante el tratamiento ortodóncico es alta.

2.6 Unión Esmalte - Adhesivo – Brackets

La adhesión brackets al esmalte dentario comprende una serie de pasos sensibles a la técnica. Las fallas en el fotocurado de las resinas compuestas se han atribuido a la contaminación por humedad o a la polimerización incompleta, esto cuando el tiempo de exposición a la luz no ha sido el adecuado o la profundidad de polimerización no ha sido suficiente. Esta reducción en la polimerización tiene influencia significativa en propiedades físicas y biológicas de las resinas compuestas (Sfondrini y cols, 2004).

La terapia de aparatos fijos en ortodoncia implica el uso de brackets de unión a los dientes por un período de aproximadamente 2 años. Por lo tanto, el material adhesivo seleccionado para lograr a unión brackets - esmalte no debe fallar durante el período de tratamiento. El fracaso en la unión del bracket al esmalte trae consigo un sinnúmero de inconvenientes tales como: retrasos en el tratamiento, gastos inadecuados o discomfort para el paciente (Waleed y cols 2015).

Con la finalidad de llevar a término un tratamiento de ortodoncia con la menor cantidad de fracasos posible, los materiales a utilizar son testeados para evaluar su desempeño clínico, es una forma de poder prever cuál será su comportamiento en boca bajo ciertos niveles de carga, además de las condiciones propias de la cavidad oral. La resistencia de unión entre esmalte -adhesivo-brackets es comúnmente medida a través de una prueba de microcizallamiento (SBS), los valores obtenidos en N (newton) son transformados a Mpa dividiendo la Fuerza por el área del bracket utilizado en la prueba. Los valores de la resistencia adhesiva de los materiales difieren dependiendo de si son brackets metálicos, cerámicos, del adhesivo utilizado, del tiempo de fotopolimerizado, de los factores propios de esmalte dentario y de la técnica de cementación utilizada.

Es así, como Vaheeh y Gupta (2018) evaluaron y compararon la resistencia de unión de los soportes de acero inoxidable unidos con distintos adhesivos ortodóncicos, en el que describen un valor promedio de resistencia a la tracción para Transbond XT (3M Unitek, CA, USA) de 15,33 Mpa. Por otra parte, Ananh y cols (2014) encontró un valor promedio de 11.46 Mpa para el mismo cemento. Sharma y cols (2014) en su estudio evaluaron la resistencia a la tracción de 4 diferentes tipos de adhesivos donde se obtuvo un valor de 15,49 Mpa para Transbond XT quien mostró los valores más altos en el test de resistencia al cizallamiento con respecto a Rely-A-bond y Transbond plus y Xeno Ortho Adhesive.

Guram y Shaik en 2018 publican un estudio comparativo sobre la resistencia al cizallamiento utilizando 2 tipos de lámparas de fotopolimerización, ellos describen una resistencia al cizallamiento entre Transbond XT y BK Gemini (3M) slot 0.22 MBT de: 4.53 – 13,39 para el grupo I (Luz halógena convencional) y de 4,60- 10,67 para el grupo 2 (LED LCU).

2.7 Incorporación de nuevas tecnologías para mejorar la Unión Esmalte-Adhesivo-Brackets.

Adicionalmente a estos esfuerzos, la incorporación de nuevas tecnologías a los dispositivos de fotopolimerización, ha buscado mejorar la unión de la base del bracket al agente de cementación (Oz y cols, 2016); Es así como la aparición de lámparas con luces LED, nos dio expectativas de poder mejorar la adhesión debido a los niveles de energía que emiten que van desde los 1600 a los 2000 mW. A partir de esto, diversos autores realizaron estudios comparativos para analizar la mayor eficacia de estas nuevas tecnologías con respecto a las ya conocidas lámparas de luz halógenas comúnmente utilizadas. Krishnaswamy and Sunitha (2007) evaluaron el desempeño clínico de las lámparas halógenas v/s las lámparas LED durante 15 meses, pero los resultados obtenidos no mostraron diferencias estadísticamente significativas en la tasa de fracaso ni en promedio de sobrevivencia de los brackets. Otro estudio in vitro, comparó los valores de la resistencia al cizallamiento de los brackets fotopolimerizados con luz halógena, arco de plasma y luz LED, no encontrando diferencia significativa entre ellas (Finnema y cols, 2010).

En año 2015 la Ultradent estrena su lámpara LED VALO, que prometía ser más eficiente y con mayor rendimiento en el tiempo a costo reducido, ya que solo necesitaba 3s para producir fotopolimerización del material adhesivo. Oz y cols (2016) realizaron un estudio comparativo entre 2 tipos de lámparas LED: LED Elipar con un tiempo de fotopolimerizado de 10s y LED VALO 3s de fotopolimerizado. Los resultados mostraron que no hay diferencia estadísticamente significativa con respecto a las tasas de supervivencia clínica a largo plazo y la fuerza de adhesión in vitro, lo que indica que la unión del soporte se puede realizar de manera segura en 10 segundos de fotopolimerización con LED Elipar o en 3 segundos de fotocurado con un LED VALO. Si bien estos resultados no muestran una mejora en la unión esmalte-resina-brackets, sí se ve que la aplicación de nuevas tecnologías favorece la disminución del tiempo de sillón.

2.8 Pruebas in vitro

La resistencia adhesiva de los materiales dentales en ortodoncia puede ser medida a través de distintas pruebas in vitro, existen 2 que son las más utilizadas para medir la resistencia adhesiva de los materiales: test de microcizallamiento y test de microtensión, siendo la primera de estas utilizada para realizar la prueba en este estudio cumpliendo así con la Norma ISO 11405.

2.8.1.- Microcizallamiento:

El experimento de cizallamiento es uno de los más simples y ampliamente utilizado. Este test consiste en romper la unión al aplicar una fuerza en paralelo a través de una aleta acoplada a una máquina de ensayo universal.

2.9 Planteamiento del Problema

En conclusión, la efectividad de un sistema de cementación, minimizando las fallas en la unión esmalte-resina-brackets, es un objetivo ampliamente buscado por los ortodontistas; son muchos los esfuerzos realizados en mejorar los procesos en la adhesión diente-brackets y los elementos involucrados en ellos, ya que, sigue siendo un factor importante para lograr un tratamiento ortodóncico exitoso.

A partir de los hallazgos encontrados por Hudson y cols (2011) en su estudio, donde la combinación 3M Unitek del soporte de la serie Victory y el adhesivo Transbond XT demostró tener una mayor resistencia al cizallamiento sin dañar al esmalte, en comparación con las otras combinaciones de brackets con el mismo cemento y sumado a los datos entregados por Keizer y cols (1976) sobre la unión esmalte-resina -bracket donde este atribuye a la interfase resina/ brackets la responsabilidad en la mayoría de los casos en los cuales se presentó una falla en la adhesión. Nos planteamos estudiar más en profundidad si existe algún tipo de compatibilidad adhesiva entre productos de una misma marca y evaluar la compatibilidad adhesiva como factor de riesgo de falla en la unión resina- brackets. Creemos que los resultados de ser comprobada la hipótesis pudieran llegar a ser de gran ayuda para el clínico.

3.-Pregunta de investigación

¿Existe compatibilidad adhesiva (resistencia de unión- MPa) en sistemas de brackets y cementos de un mismo fabricante?

4.- Hipótesis

Existe compatibilidad adhesiva (resistencia de unión- MPa) en sistemas de brackets y cementos de un mismo fabricante.

5.- Objetivos generales y específicos

Objetivo general

Evaluar la compatibilidad adhesiva (resistencia de unión- MPa) en sistemas de brackets y cementos de un mismo fabricante.

Objetivos específicos

- 1.- Identificar compatibilidad adhesiva al cizallamiento de la interfase cemento-brackets 3M.
- 2.- Identificar compatibilidad adhesiva al cizallamiento de la interfase cemento-brackets RMO.
- 3.- Identificar compatibilidad adhesiva al cizallamiento de la interfase cemento-brackets 3M/ RMO.
- 4.- Identificar compatibilidad adhesiva al cizallamiento de la interfase cemento-brackets RMO/3M.

6. Materiales y Método

6.1 Diseño de estudio

El diseño de estudio de esta investigación corresponde a un estudio experimental In vitro donde se evalúa la compatibilidad adhesiva al cizallamiento de la interfase cemento-brackets entre 2 fabricantes de materiales ortodóncicos.

6.2 Muestreo y cálculo de tamaño muestral

No probabilístico.

6.3 Descripción de variables –tabla

6.3.1 Variable experimental (o grupo): Cementos de resina: 2

Bracket metálico: 2

6.3.2 Variable respuesta o dependiente: Fuerza de tracción.

6.3.3 Tabla de variables

Variables	Descripción general	Tipo de variable	Escala	Valor
Fuerza de Tracción	Esfuerzo axial de tracción creciente hasta que se produce la descementación del bracket	Cuantitativa	De razón	Medición en Newton
Tipo de Cemento	Son resinas compuestas fluidas de baja viscosidad, que poseen una matriz de resina con un relleno inorgánico.	Cualitativa	Nominal Nominal	Grupo I: Transbond XT Grupo II: Trulock
Tipo de Brackets Metálico	instrumentos terapéuticos que utiliza el ortodoncista adheridos de manera temporal a los dientes	Cualitativa	Nominal	Grupo A: Brackets Gemini. Grupo B: Brackets FLI Twin.

Tabla I: descripción de las variables a evaluar en este estudio.

6.4 Descripción de instrumentos de medición.

Fuerza de Tracción: Esta se realizará a través de una prueba de micro- cizallamiento en máquina de ensayo universal Instron Emic 23-5S a una velocidad de 0,5 mm /min hasta el punto de desalojo del bracket del cuerpo de prueba. La carga será medida en MPa.

Cementos de Resina: Las Resinas utilizadas serán 2 marcas comerciales las que se encuentran disponibles en el mercado nacional, que corresponden a:

1.- Transbond XT (3M): Es un adhesivo fotopolimerizable para cementación de brackets metálicos y cerámico a la superficie dentaria.

2.- Trulock (RMO): Es un sistema de unión directa fotopolimerizable para brackets metálicos y cerámicos.



Fig. 1 Adhesivo Trulock (RMO)



Fig. 2 Adhesivo Transbond XT (3M)

Brackets Metálicos: Para este estudio serán utilizados:

Brackets metálicos Gemini: de 3M Unitek prescripción MBT slot 0.22, los cuales presentan una base de malla metálica, con una red micrograbada calibre 80. Están fabricados en acero inoxidable de alta fortaleza y posee una forma romboidal.

Brackets metálicos FLI Twin: de RMO prescripción MBT slot 0.22, los cuales presentan una base de malla de 80 micras para una excelente adhesión. Están fabricados de acero inoxidable con suaves contornos y de perfil bajo y redondeado.

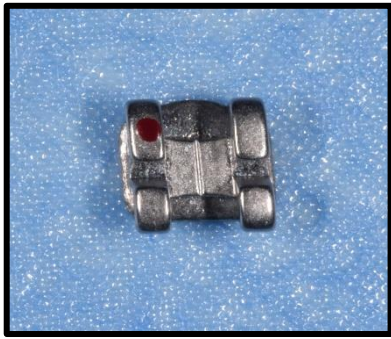


Fig 3. Bracket Gemini (3M)

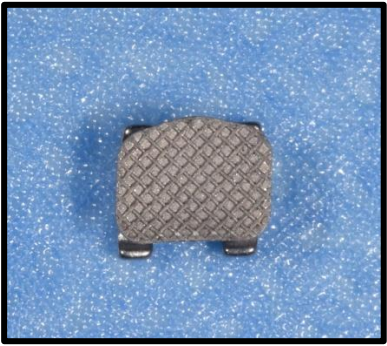


Fig 4. Malla Bracket Gemini (3M)



Fig 5 . Bracket FLI Twin (RMO)

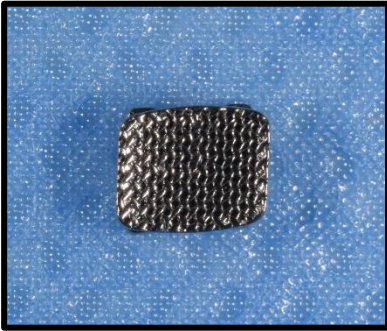


Fig 6. Malla Bracket FLI Twin (RMO)

6.5 Preparación de la muestra:

Se prepararon 12 bloques para medir la resistencia a la tracción de los materiales para cementación brackets metálicos de 2 marcas comerciales distintas. Los cuerpos de prueba son de forma cilíndrica confeccionados en cloruro de polivinilo (PVC), de 12 mm de alto y un diámetro de 19,5 mm y en el centro tendrán insertados bloques con cemento de resina de cada material puesto a prueba (Transbond XT y Trulock RMO).



Fig 7. Cuerpo de Prueba, sin bloque de resina.

Las superficies fueron pulidas con una lija al agua de 600, dentro de un recipiente de vidrio con agua, usando movimientos circulares en sentido horario durante 1 minuto.

Luego los cuerpos de prueba fueron sometidos a un lavado en agua destilada en un ultrasonido durante 10 min para depurar la superficie.



Fig 8. Ultrasonido.

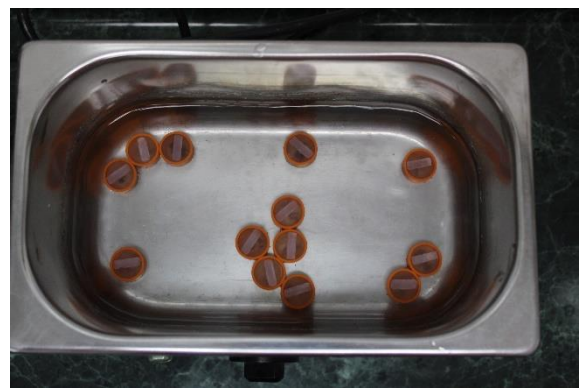


Fig 9. Cuerpos de prueba sometidos a lavado ultrasónico por 10 minutos.

Una vez terminado el procedimiento los cuerpos fueron etiquetados en el sector inferior de la siguiente forma:

Grupo A: Brackets Gemini 3M:

Grupo A - IT: Transbond XT.

Grupo A-IITL: TruLock.

Grupo B: Brackets FLI Twin:

Grupo B-IT: Transbond XT.

Grupo B- IITL: TruLock.



Fig 10. Grupo A: Brackets Gemini



Fig 11. Grupo B: Brackets FLI Twin

A cada uno de los cuerpos de prueba se les aplicó el siguiente procedimiento:

1.- Aplicación de un cemento de resina: en la malla del brackets y posicionamiento bajo presión en la superficie superior del cuerpo de prueba.

2- Se retirarán los excesos y se fotopolimerizó por 20s.



Fig 12. Cuerpos de prueba, antes de ser almacenados.

Se confeccionaron 24 cuerpos de prueba los cuales fueron divididos en 2 grupos, con 40 brackets a traccionar:

Grupo 24 Horas: Antes de las pruebas las muestras fueron almacenadas en agua destilada a 37°C por 24 horas.

Grupo 7 meses: Antes de las pruebas las muestras fueron almacenadas en agua destilada a 37°C por 7 meses.

	grupo A-IT	grupo A-IITL	grupo B- IT	grupo B-IITL
Grupo 24 Horas	n= 5	n= 5	n= 5	n= 5
Grupo 7 meses	n= 5	n= 5	n= 5	n= 5

Tabla II: Grupos de tracción. Descripción del número de Brackets a traccionar por grupo.

Los 8 grupos fueron sometidos a microcizallamiento en máquina de ensayo universal Instron Emic 23-5S a una velocidad de carga de 0,5 mm/min, para determinar la cantidad de fuerza necesaria para producir su desalajo. Las muestras fueron evaluadas de forma aleatoria por el operador.

Los resultados obtenidos en Newtons (N) fueron transformados a Megapascales (MPa) a través de la siguiente fórmula:

$$F = \frac{\mu \text{ SBS(MPa)}}{\text{Area (mm}^2\text{)}}$$

6.6. Descripción de procedimientos de recolección de datos

Los resultados obtenidos para cada muestra fueron tabulados y los valores transformados de Newton a Megapascales, unidad de medida internacional y se elaboró una base de datos.

Esta base de datos se realizó en Microsoft Excel 2016.

6.6 Plan de análisis estadístico

Los valores fueron obtenidos al azar e independientemente y se expresaron en medias.

Los datos presentaban una distribución de normalidad. Posteriormente se realizó un test estadístico de varianza ANOVA de un factor (alfa =0.05) y post test de Turkey para ver las diferencias entre los grupos.

7. Resultados

Tiempo	Estrategia			
	grupo A-IT	grupo A-IITL	grupo B- IT	grupo B-IITL
24hr	16,83 ± 4,8 A,a	13,65 ± 4,3 AB,a	10,93 ± 1,9 B,a	11,56 ± 4,4 AB,a
7 meses	10,96 ± 4 A,a	4,73 ± 2,1 B,b	6,27 ± 1,4 B,b	8,83 ± 2,1 A,a

Tabla III: con valores finales post test estadístico. Letras Mayúsculas diferentes indican diferencias significativas en sentido horizontal, letras minúsculas en sentido vertical.

Grupo 24 horas:

El grupo A-IT (Transbond XT/Gemini) arrojó valores más altos de resistencia al cizallamiento al ser comparados con los grupos AII-TL y grupo B-IITL, sin embargo, la diferencia no fue estadísticamente significativa entre los 3 grupos. En cambio, el grupo B-ITL mostró una diferencia a la baja, que fue estadísticamente significativa con respecto al grupo A-IT.

Grupo 7 meses:

El grupo A-IT presentó valores de mayor resistencia al cizallamiento en comparación con el grupo B-IITL, sin embargo, esta diferencia no fue estadísticamente significativa.

El grupo A-IT y B-IITL presentaron valores más altos que los observados para el grupo A-IITL y el grupo B-IL, y la diferencia fue estadísticamente significativa.

Desempeño comparativo entre 24 horas y 7 meses:

El grupo A-IT y el grupo B-IITL presentaron valores mucho más estables a las 24 horas y a los 7 meses, que los grupos A-IITL y B-IL, y la diferencia fue estadísticamente significativa.

tracción 24 horas	grupo A-IT	grupo A-IITL	grupo B- IT	grupo B-IITL
modulo 1	adhesivo	Mixta	adhesiva	cohesiva
modulo 2	adhesiva	Mixta	adhesiva	adhesiva
modulo 3	adhesiva	Mixta	mixta	mixta
modulo 4	adhesiva	Adhesiva	adhesiva	adhesiva
modulo 5	adhesiva	Mixta	adhesiva	mixta

Tabla IV: Tipo de fractura en Interfase, grupo 24 horas.

tracción 7 meses	grupo A-IT	grupo A-IITL	grupo B- IT	grupo B-IITL
modulo 1	adhesiva	adhesivo	cohesiva	adhesivo
modulo 2	adhesiva	adhesivo	adhesivo	adhesivo
modulo 3	adhesiva	adhesiva	adhesiva	mixta
modulo 4	adhesiva	adhesiva	adhesiva	adhesiva
modulo 5	adhesiva	adhesivo	adhesivo	xx

Tabla V: Tipo de fractura en Interfase, grupo 7 meses.

Tipo de Fractura:

Con respecto a lo observado en ambos grupos (24 horas y 7 meses). El grupo que presentó mejor desempeño fue el grupo de A-IT, mostrado siempre una fractura del tipo adhesiva en la interfase.

8. Discusión

La falta de estandarización encontrada por Finnema y cols, en su revisión sistemática y metaanálisis publicado en 2010, sugieren que se debiesen dar pautas más uniformes para la estandarización de las condiciones experimentales de investigación en las pruebas realizadas in vitro sobre SBS. Ellos describen que en diversos estudios no fueron informadas adecuadamente las condiciones de prueba y estas podrían haber afectado significativamente los resultados de los test.

Altmann y colaboradores en 2016 mencionan que no encontraron que los tipos de adhesivos y el tiempo de almacenamiento de los cementos antes de la prueba tuviesen una influencia significativa en la resistencia al cizallamiento. El comportamiento de cada adhesivo se relacionó con las propiedades mecánicas de cada uno de ellos, mostrando así, que las resistencias más bajas al cizallamiento se debieron a las propiedades mecánicas inferiores de cada uno de los adhesivos testeados. Ellos describen que las variables que influyen significativamente en la resistencia de unión en los estudios in vitro son la ubicación de la fuerza, el área de soporte, el tiempo de fotopolimerización y la velocidad de carga, siendo las últimas 2 coincidentes con las variables descritas por Finnema.

En nuestro estudio se planteó el uso de bracket de incisivo central superior derecho, el cual presenta una base de malla plana, con el fin de estandarizar los protocolos y eliminar variables que pudiese afectar los resultados. Esta decisión se basó en los estudios realizados por Eliades en 1991, donde describió una resistencia más baja al cizallamiento en los brackets de premolares; sus bases curvadas provocan una diferencia en los espesores de resina originando una interfaz mucho más débil, lo es explicado por una mayor contracción de la polimerización y la expansión térmica de la matriz de la resina.

Además, Bryant y colaboradores (1987) nos indican que la mayor tasa de fracasos en la adhesión corresponde a la interfase resina/malla en brackets metálicos, ellos relacionaban la menor resistencia al cizallamiento en esta interfase al uso de resinas de fotopolimerización y la dificultad que la luz tiene para lograr la activación debajo de los brackets. Esto afectaría la adhesión de las resinas conforme se va acercando a la malla, causando el aumento en la falla adhesivo/brackets. Basado en estas observaciones se decidió evaluar solo la interfase resina/malla en brackets metálicos, sin añadir las variables que puede presentar el incorporar tejido dentario.

Esto también fue observado por Ciocan y cols. (2014) en su estudio, donde evaluaron distintos tipos de mallas y su adhesión a esmalte dentario, describiendo la vulnerabilidad del sistema soporte-adhesivo-diente en la interfaz de resina/malla. En este mismo estudio los autores describen que el tratamiento de la superficie de contacto del adhesivo, el tamaño y el diseño de las bases del soporte son las variables asociadas de mayor relevancia para la resistencia de unión esmalte/resina/bracket. Uno de los datos interesantes que reportaron fue que las combinaciones 3M Unitek del soporte de la serie Victory y el adhesivo Transbond XT mostraron una alta resistencia de adhesión al cizallamiento sin daño del esmalte en comparación con los otros 2 sistemas de tubos molares que fueron testeados. Dado los antecedentes, se decidió evaluar la compatibilidad adhesiva y su resistencia al cizallamiento con solo 2 factores, correspondientes a la interfase adhesivo-brackets de 2 fabricantes ampliamente conocidos en ámbito ortodóncico, para evaluar la compatibilidad adhesiva que pudiese existir entre materiales de un mismo fabricante.

Si bien no existen trabajos publicados donde se mida solo la resistencia el cizallamiento de la interfase adhesivo-brackets, podemos extrapolar los datos encontrados de trabajos publicados en la literatura donde se muestran los valores de resistencia el cizallamiento que presenta el adhesivo Transbond XT.

Transbond XT, es un adhesivo de cementación ampliamente investigado y documentado en la literatura, sus propiedades y cualidades mecánicas han sido probados en diversos estudios de SBS dando siempre resultados muy positivos, por lo cual es utilizado en múltiples estudios como el Gold Standard. Siendo, por lo tanto, junto con los brackets Gemini de 3M nuestro grupo control.

Hella y Rusdea en 2015 compararon en su estudio distintos adhesivos de autograbado con Transbond XT, los valores de resistencia al cizallamiento variaron entre 9.91 Mpa – 24.24Mpa con una media de 15,49, no habiendo encontrado diferencias estadísticamente significativas entre los 3 adhesivos testeados. Bortolazzo y cols (2013) encontraron valores donde Transbond XT mostró una resistencia adhesiva de 9.09 ± 2.56 . En otro estudio, los valores encontrados con SBS para el adhesivo Transbond XT fue de 11.49 SD 4.00 y Transbond XT con primer Transbond MIP 11.60 SD 3.93 (Jurišić y cols, 2015).

Con respecto a los valores encontrados en la asociación de BK Gemini y Transbond XT en la literatura, Guram y cols (2018) publican valores entre 8.30 ± 1.51 y 8.89 ± 2.46 al comparar el desempeño de 2 tipos de lámparas para fotopolimerización.

En nuestro estudio los valores obtenidos para el grupo de Gemini / Transbond XT fue de a las 24 hrs $16,83 \pm 4,8$ Mpa y de $10,96 \pm 4$ Mpa a los 7 meses. Para el grupo de Fly Twin/ Tru Lock de $11,56 \pm 4,4$ Mpa a las 24 horas y de $8,83 \pm 2,1$ a los 7 meses. Esta investigación coincide con los datos mostrados en otros estudios donde Transbond XT tiene un muy buen desempeño, aunque en nuestro estudio las diferencias no fueron estadísticamente significativos entre los 2 grupos compatibles.

Con respecto a nuestra hipótesis de trabajo, podemos declarar que existen diferencias significativas entre los grupos de prueba, ya que, los valores registrados en el grupo Transbond XT/ BK Gemini muestran una mayor resistencia al cizallamiento, con diferencias significativas con respecto al grupo Transbond XT/ Fly Twin. Además, el grupo Transbond XT/ BK Gemini fue más estable en el tiempo (24 horas/ 7 meses) y presentó un tipo de fractura en la interfase más favorable y segura en cada uno de los cuerpos de prueba.

9. Conclusiones

- 1.- El grupo A-IT presentó mejor desempeño en comparación con los otros 3 grupos a las 24 horas. Siendo esta diferencia estadísticamente significativa solo con el grupo B-IT.
- 2.- El desempeño de Transbond XT a las 24 horas, fue estadísticamente superior cuando fue unido a un BK compatible (Gemini, 3M) en contraste a cuando fue unido a un BK de otro fabricante (Fly Twin, Rocky Mountain).
- 3.- La resistencia al cizallamiento a los 7 meses fue mayor en los grupos de un mismo fabricante (A-IT, BII-TL) en comparación con los grupos híbridos (A-IITL, B-IT).
- 4.- Los grupos de un mismo fabricante (A-IT, BII-TL) fueron más estable comparativamente entre 24 horas y a los 7 meses que los grupos híbridos (A-IITL, B-IT).
- 5.- El grupo A-IT, mostró una fractura en la interfase del tipo adhesiva que es favorable por ser la más segura.
- 6.- El Grupo A-IT (Transbond XT/ BK Gemini) presentó los valores más altos de resistencia al cizallamiento, fue más estable en el tiempo y presentó un tipo de fractura en la interfase más segura y favorable.

10. Resumen.

Introducción: A pesar de los grandes avances, sigue siendo un problema recurrente la descementación de los brackets de la superficie dentaria. Esto acarrea un sinnúmero de problemas para el tratante y el paciente. Múltiples mejoras han sido realizadas para aumentar la retención mecánica de los brackets a la resina. Sin embargo, la compatibilidad adhesiva en la unión resina- brackets de un mismo fabricante es un factor poco estudiado. Material y método: Se confeccionaron 24 cuerpos de prueba los cuales fueron divididos en 2 grupos, con 40 brackets a traccionar: Grupo 24 Horas: Antes de las pruebas las muestras fueron almacenadas en agua destilada a 37°C por 24 horas. Grupo 7 meses: Antes de las pruebas las muestras fueron almacenadas en agua destilada a 37°C por 7 meses. Resultados: Los datos presentaban una distribución de normalidad. Posteriormente se realizó un test estadístico de varianza ANOVA de un factor (alfa =0.05) y post test de Turkey para ver las diferencias entre los grupos. Los valores de resistencia a la tracción fueron los siguientes: Grupo 24 horas: A-IT: 16,83 ± 4,8Mpa; A-IITL: 13,65 ± 4,3Mpa; B-IT: 10,93 ± 1,9Mpa; B-IITL: 11,56 ± 4,4Mpa. Grupo 7 meses: A-IT:10,96 ± 4Mpa; A-IITL: 4,73 ± 2,1Mpa; B-IT: 6,27 ± 1,4Mpa; B-IITL:8,83 ± 2,1Mpa. Existen diferencias significativas entre los grupos de prueba. Conclusiones: El Grupo A-IT (Transbond XT/ BK Gemini) presentó los valores más altos de resistencia al cizallamiento, fue más estable en el tiempo y presentó un tipo de fractura en la interfase más segura y favorable.

11. Consideraciones éticas.

Al ser este un estudio experimental in - vitro y siendo la muestra utilizada cuerpos de estudio fabricados con resinas y montados en acrílico; Podemos dejar en claro, que no serán utilizados de ninguna forma en el presente estudio, compuestos biológicos de ningún tipo. Dado esto, no se hizo necesaria la evaluación de este proyecto por el comité de Ética, sin embargo, fue aprobado por el comité de bioseguridad de la Universidad de Valparaíso.

Todo esto en el contexto de la legislación chilena actual; Ley 20.120 del año 2006 y el Reglamento posterior del 2012.

12. Cronograma

CARTA GANTT		2018			2019					
		Mes 1	Mes 2	Mes 3	Mes 4	Mes 5	Mes 6	Mes 7	Mes 8	Mes 9
Tesis: Estudio in vitro sobre la compatibilidad adhesiva al cizallamiento de la interfase cemento-brackets. Investigadores: Dr. Alex Vásquez, Dra. Angela Ramirez, Dr. Miguel Muñoz. Fecha de Inicio: <u>Octubre 2018</u> Fecha de término: Julio 2019										
Actividades										
I.- Confección de módulos de prueba		x	x	x	X					
II.- Medición de variables	Fuerza de Tracción		x	x	X					
	Tipo de <u>Cemento</u>		x	x	x					
	Tipo de Brackets <u>Metálico</u>		x	x	X					
	<u>Compatibilidad adhesiva cemento-bracket.</u>									
III.- Análisis de datos					x	x	x			
IV.- Informe final								x		
V.- Publicación									x	x

13. Bibliografía

Almosa N, Zafar H. "Incidence of orthodontic brackets detachment during orthodontic treatment: A systematic review". Pak J Med Sci. 2018;34(3):744-750.

Altmann A, Degrazia F. "Orthodontic bracket bonding without previous adhesive priming: A meta-regression analysis". Angle Orthod. 2016 May;86(3):391-398.

Anand M, Majumder K. "Comparison of shear bond strength of orthodontic brackets bonded using two different hydrophilic primers: An *in vitro* study". Indian J Dent Res. 2014; 25:191-6.

Atash R, Fneiche A. "In vitro evaluation of microleakage under orthodontic brackets bonded with different adhesive systems". Eur J Dent. 2017 Apr-Jun; 11(2): 180–185.

Bishara S, Soliman M, "The Effect of Variation in Mesh-Base Design on the Shear Bond Strength of Orthodontic Brackets". Angle Orthod 2004; 74:400–404.

Bortolazzo A, Costa A. "Effect of Activation Mode on Shear Bond Strength of Metallic Brackets". Brazilian Dental Journal 2013, 24(5): 513-516.

Bowen RL. Adhesive bonding of various materials to hard tooth tissues. Forces developing in direct filling materials during hardening. J Am Dent Assoc 1967; 74:439-45.

Bryant S, Retief DH. "Tensile bond strengths of orthodontic bonding resins and attachments to etched enamel". Am J Orthod Dentofacial Orthop. 1987 Sep;92(3):225-31.

Ciocan D, Stanciu D. "Electron microscopy analysis of different orthodontic brackets and their adhesion to the tooth enamel". Rom J Morphol Embryol. 2014;55(2 Suppl):591-6

Cozza P, Martucci L. "Shear bond strength of metal brackets on enamel". Angle Orthod. 2006 Sep;76(5):851-6.

Dickinson P, Powers J. "Evaluation of fourteen direct-bonding orthodontic bases". Am. Journal Orthod. Dic.1980. vol 78; 6.

Dominguez G, Tortamano A. "A comparative clinical study of the failure rate of orthodontic brackets bonded with two adhesive systems: Conventional and Self-Etching Primer (SEP)" Dental Press J Orthod. 2013 Mar-Apr;18(2):55-60.

Eliades T, Viazis A. "Bonding of ceramic brackets to enamel: morphologic and structural considerations". *Am J Orthod Dentofacial Orthop*. 1991 Apr;99(4):369-75.

El-Badrawy W, El-Mowafy O. "Chemical versus dual curing of resin inlay cements". *J. Prosthet. Dent.* (1995); 73:515-24.

Finnema K, Ozcan M. "In-vitro orthodontic bond strength testing: a systematic review and meta-analysis". *Am J Orthod Dentofacial Orthop*. 2010 May;137(5):615-622.

Fonseca R, Cruz C. "The influence of chemical activation on hardness of dual-curing resin cements". *Braz. Oral Res.* (2004); 18(3): 228-32.

Gange P. "The evolution of bonding in orthodontics". *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2015;147: 56-63.

Graber, Vanarsdall. "Ortodoncia principios y técnicas actuales". Editorial Elsevier Mosby; Cuarta edición, 2005; Cap 14 pág 604.

Guram G, Shaik J. "Comparison of Light-Emitting Diode-Curing Unit and Halogen-Based Light-Curing Unit for the Polymerization of Orthodontic Resins: An In vitro Study". *J Int Soc Prev Community Dent*. 2018 Sep-Oct;8(5):409-415.

Hellak A, Rusdea P. "Enamel shear bond strength of two orthodontic self-etching bonding systems compared to Transbond XT". *J Orofac Orthop*. 2016 Nov;77(6):391-399.

Hudson A, Grobler S. "Orthodontic Molar Brackets: The Effect of Three Different Base Designs on Shear Bond Strength". *Int J Biomed Sci* 2011; 7 (1): 27-34.

Interlandi. "Adhesión directa de brackets en ortodoncia". En Scanavini, M. (Ed). *Ortodoncia, Bases para la iniciación*. 2002. 454-475.

Jurišić S, Jurišić G. "Influence of Adhesives and Methods of Enamel Pretreatment on the Shear Bond Strength of Orthodontic Brackets". *Acta stomatol Croat*. 2015;49(4):269-274.

Keizer S, ten Cate J. "Direct bonding of orthodontic brackets. *American Journal of Orthodontics*". 1976 69(3), 318–327.

Knox J, Kralj B. "An evaluation of the quality of orthodontic attachment offered by single- and double-mesh bracket bases using the finite element method of stresses analysis". *Angle Orthod*. 2001;71(2):149-55.

Krishnaswamy N, Sunitha C. "Light-emitting diode vs halogen light curing of orthodontic brackets: a 15-month clinical study of bond failures". *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2007 Oct;132(4):518-23.

Leloup G, D'Hoore W. "Meta-analytical review of factors involved in dentin adherence". *J Dent Res* 2001 Jul; 80(7):1605–14.

Menini A, Cozzani M. A 15-month evaluation of bond failures of orthodontic brackets bonded with direct versus indirect bonding technique: a clinical trial. *Prog Orthod.* 2014 Dec 30;15:70

Mirzakouchaki B, Kimyai S. "Effect of self-etching primer/adhesive and conventional bonding on the shear bond strength in metallic and ceramic brackets". *Med Oral Patol Oral Cir Bucal.* 2012 Jan 1;17 (1): e164-70.

Mohammadi A, Pourkhameneh S. "The effect of different force magnitudes for placement of orthodontic brackets on shear bond strength, in three adhesive systems". *J Clin Exp Dent.* 2018 jun 1;10(6): e548-e554.

Ortiz A, Zapata R. "Comparación de las fuerzas adhesivas de cizallamiento de brackets convencionales y brackets microarenados con partículas de óxido de titanio". *Rev. CES Odont.* 21(2) 9-16.2008.

Oz AA, Oz AZ. "In-vitro bond strengths and clinical failure rates of metal brackets bonded with different light-emitting diode units and curing times". *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2016 feb;149(2):212-6.

Pacheco C. "Estudio in vitro de la resistencia a la tracción de tres tipos de resinas fotopolimerizables para ortodoncia, en brackets metálicos a esmalte dental humano". Tesis Universidad de Cuenca 2013.

Pinheiro de Magalhães A, Tesaro D. "Effect of moisture on dental enamel in the interaction of two orthodontic bonding systems". *Dental Press J Orthod.* 2013 July-Aug;18(4):89-97.

Pithon MM, dos Santos RL. "One-component self-etching primer: a seventh generation of orthodontic bonding system?" *European Journal of Orthodontics* 32 (2010) 567–570.

Proffit W, Fields H, Sarver D. *Ortodoncia Contemporánea.* Cuarta Edición. 2008.

Rastelli MC, Coelho U. "Evaluation of shear bond strength of brackets bonded with orthodontic fluoride-releasing composite resins". *Dental Press J Orthod* 2010 May-June;15(3):106-130

Read M J F, O'Brien K D. "A clinical trial of an indirect bonding technique with a visible light-cured adhesive". American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics. 1990. 98: 259-262.

Regan D, LeMasney B. and Van Noort R. "The tensile bond strength of new and rebonded stainless steel orthodontic brackets". Eur. J. Orthod. 1993 15, 125–135.

Retief D, Dreyer C, Gavron G. Direct bonding of orthodontic attachments to teeth by means of an epoxy resin. Am J Orthod 1970; 58:21-40.

Reynolds I. "A review of direct orthodontic bonding". Br J Orthodont 1975; 2:171-8.

Riveros M, Grixolli R. "Efectos de diferentes tratamientos de superficies de cerámicas- CAD/CAM en la Resistencia de unión al Microcizallamiento". Tesis Universidad de Valparaiso 2016.

Rodriguez D, Pereira N. "Evolución y tendencias actuales en resinas compuestas". Acta Odontologica venezolana. Vol 46 N° 3/ 2008.

Scougall R, Carranza J. "Evidencia científica para la aplicación de los agentes de autograbado en ortodoncia clínica". Revista ADM 2010; 67(1): 8-12.

Seeliger J, Botzenhart U. "Enamel shear bond strength of different primers combined with an orthodontic adhesive paste". Biomed Tech (Berl). 2017 Aug 28;62(4):415-420.

Sfondrini F, Cacciafesta V, Scribante A, Klersy C. Plasma arc versus halogen light curing of orthodontic brackets: a 12-month clinical study of bond failures. Am J Orthod Dentofacial Orthop 2004; 125:342-347.

Sharma S, Tandon P. "A comparison of shear bond strength of orthodontic brackets bonded with four different orthodontic adhesives". J Orthod Sci. 2014 Apr-Jun; 3(2): 29–33.

Sharma-Sayal S, Rossouw P. "The influence of orthodontic bracket base design on shear bond strength". Am J Orthod Dentofacial Orthop. 2003;124(1):74-82.

Shi L, Yang K. "Shear Bond Strength and Morphological Analysis of KrF Laser-Recycled Metal Brackets". Photomed Laser Surg. 2014 Mar;32(3):168-74.

Shinkai K, Suzuki S, Katoh Y.; "Effect of filler size on wear resistance of resin cement". Odontology, 89: p41-4. Nov, 2001.

Shyagali T, Bhayya D. "Finite element study on modification of bracket base and its effects on bond strength". Dental Press J Orthod. 2015 Mar-Apr;20(2):76-82.

Silva A, de Vito A. "Properties of Composite Materials Used for Bracket Bonding". Brazilian Dental Journal dgg2013; 24(3): 279-283

Silverman E, Cohen M. "A new light cure glass ionomer cement that bonds brackets to teeth without etching in the presence of saliva". Am J Orthod Dentofacial Orthop 1995; 108:231-6.

Smith D, Maijer R. "Improvements in bracket base design". Am J Orthod. 1983; 83:277–281.

Sorel O, El Alam R. "Comparison of bond strength between simple foil and laser-structured base retention brackets". Am J Orthod Dentofacial Orthop. 2002;122: 260–266.

Sunna S, Rock W. "Effect of sandblasting on the retention of orthodontic brackets:a controlled clinical trial". Journal of Orthodontics, Vol. 35, 2008, 43–48.

Taucher Erica, Bioestadística. Ocho libros Editores. Tercera Edición. Escuela de Salud Pública. Universidad de Chile.

Thind B, Stirrups D. "A comparison of tungsten-quartz-halogen, plasma arc and light sources for the polymerization of an orthodontic adhesive". Eur J Orthod 2006; 28:78-82.

Uribe G. "Fundamentos de Odontología Ortodoncia Teoría y Clínica". Segunda Edición, 2010. Editorial CIB, Capítulo 10.

Vaheed N, Gupta M. "In vitro Analysis of Shear Bond Strength and Adhesive Remnant Index of Stainless Steel Brackets with Different Adhesive Systems to Enamel". J Contemp Dent Pract. 2018 Sep 1;19(9):1047-1051.

Waleed B, Hassan H. "Factors affecting the shear bond strength of orthodontic brackets- a review of in vitro studies". Acta médica (Hradec Králové) 2015; 58(2): 43–48.

Wei N, Chung L. "Bond strength of various bracket base designs". Am J Orthod Dentofacial Orthop 2004; 125:65-70.

Zhang Z, Giordano R. "Shear bond strength of an experimental composite bracket". J Orofac Orthop. 2013 jul;74(4):319-31.